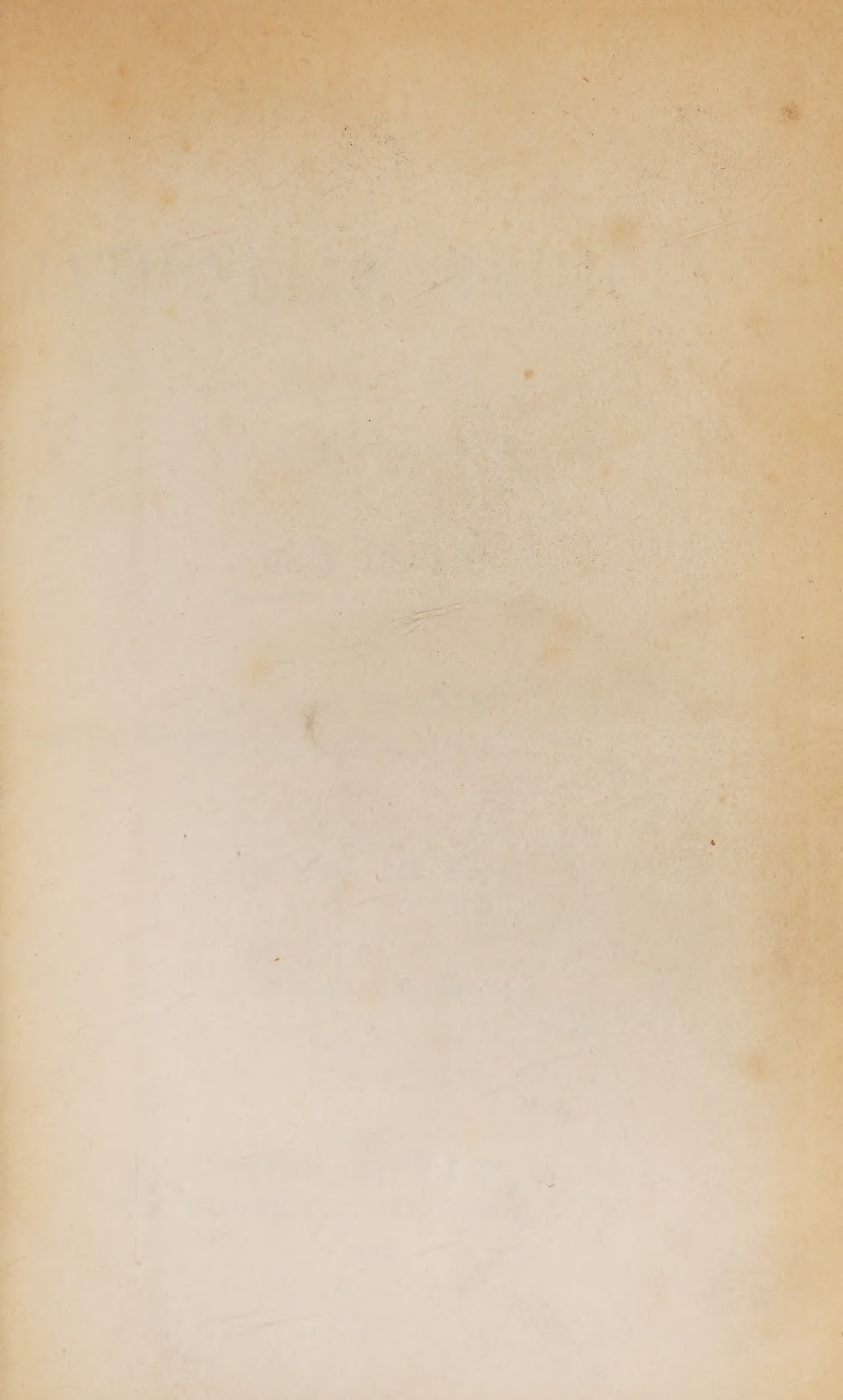






ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. **J. HENLE**,
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. **C. v. PFEUFER**,
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München.

Dritte Reihe. XIV. Band.

Mit sechs Tafeln.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1862.

Inhalt des vierzehnten Bandes.

Erstes und zweites Heft.

Drittes Heft.

Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung.

Von

Dr. Wilhelm Wundt.

Fünfte Abhandlung.

Ueber einige besondere Erscheinungen des Sehens mit zwei Augen.

Es sind im letzten Abschnitt der vorigen Abhandlung die Folgen erörtert worden, die aus gewissen Verschiedenheiten der Netzhautbilder beider Augen hervorgehen; es ist gezeigt worden, wie aus der Verschiedenheit der Ansicht, welche jedes Auge von einem und demselben äusseren Objecte gewinnt, in gesetzmässiger Weise die Wahrnehmung der Tiefe sich bildet. Es giebt aber ausser dieser in der Beschaffenheit der äusseren Gegenstände und des Sehorgans begründeten und deshalb fortwährend zum Einfluss kommenden Differenzen der Netzhautbilder noch andere, die weniger häufig, manche ohne absichtlich darauf gerichtete physiologische Versuche gar nicht vorkommen, und die trotzdem für das Studium des binokularen Sehaktes von grosser Bedeutung sind. Man kann zwei Klassen solcher Wechselbeziehungen der Gesichtseindrücke, die nicht in das Gebiet der stereoskopischen Erscheinungen im engeren Sinne gehören, unterscheiden: erstens Wechselbeziehungen unmittelbar zwischen den Licht- und Farbeempfindungen beider Augen ohne Rücksicht auf die besondere räumliche Anordnung derselben zu einem Netzhautbilde, und zweitens Wechselbeziehungen zwischen den räumlichen Wahrnehmungen beider Augen, wenn die Verschiedenheit dieser Wahrnehmungen eine willkürlich gewählte ist, die nicht einem reellen Objecte entspricht. Zunächst habe ich mich hier mit den Wechselbeziehungen der ersten Klasse zu beschäftigen. Diese geben zu verschiedenen Erscheinungen Veranlassung,

die man, wie ihre nähere Analyse zeigt, theils als Erscheinungen des binokularen Glanzes, theils als binokulare Contrasterscheinungen bezeichnen kann. Davon schliesst sich der binokulare Glanz noch unmittelbar an die stereoskopischen Erscheinungen an, so dass er sich sogar lediglich als ein besonderer Fall des stereoskopischen Sehens betrachten lässt, der binokulare Contrast hingegen führt in ein neues Gebiet von Erscheinungen ein, die theils ganz besonderer Natur sind, theils als Anwendungen der Gesetze des monokularen Contrastes auf das Sehen mit zwei Augen betrachtet werden müssen.

1. Ueber die Entstehung des Glanzes.

Der stereoskopische Glanz ist von Dove entdeckt worden.*) Er entsteht nach seiner Angabe, wenn Schwarz und Weiss oder verschiedene Farben unter einander und mit Weiss stereoskopisch combinirt werden. Es soll hier stets die Mischfarbe auftreten und dieselbe zugleich metallisch glänzend erscheinen. Auch die unter dem Namen des Wettstreites der Sehfelder bekannte Erscheinung, d. h. der Wechsel der einen Farbe mit der anderen, bildet nach Dove keine Ausnahme, da während des Farbenwechsels immer eine Zeit lang die Mischfarbe und Glanz gesehen wird.

Durch diese Versuche Dove's wurde zuerst die Thatsache endgültig festgestellt, dass wirklich eine stereoskopische Vereinigung zweier Farben oder von Weiss und Schwarz möglich ist, und dass nicht, wie bisher von Vielen behauptet worden war, dabei immer nur ein Wechsel der beiden Farben stattfindet. In dieser Hinsicht sind die Dove'schen Versuche seither von Brücke**) und von vielen Andern bestätigt worden. Aber es ist nichts desto weniger leicht erklärlich, dass an jener Thatsache so lange gezweifelt werden konnte. In der That sind die Effecte der stereoskopischen Combination ungemein verschieden von dem Erfolg der Farbenmischung. Dove hat den stereoskopischen Glanz als eine immer die Mischfarbe begleitende Erscheinung dargestellt, in der That aber tritt diese Erscheinung, wo es wirklich um Mischung beträchtlich verschiedener Farben sich handelt, so sehr in den Vordergrund, dass von einer deutlichen Farbenerkennung gar nicht mehr die Rede sein kann.

---

*) Pogg. Ann. Bd. 83, 1851, S. 180, und Farbenlehre, 1853, S. 177.
**) Berichte der Wiener Akademie, 1853, S. 213.

Dove hat ausser der einfachen Combination von Weiss und Schwarz oder von zwei verschiedenen Farben besonders folgenden Versuch zur Darstellung des stereoskopischen Glanzes angegeben: er zeichnet die stereoskopische Projection eines Prismas oder einer andern Figur für das eine Auge mit weissen Linien auf matt schwarzen Grund, für das andere Auge mit schwarzen Linien auf weissen Grund. Bei stereoskopischer Combination erscheint das Relief von graphitglänzenden Flächen begrenzt, und zeigt Kanten aus weissen und schwarzen in ihrer ganzen Länge sich berührenden Linien. Und zwar sollen, wenn das schwarze Blatt mit den weissen Linien vor dem linken Auge, das weisse Blatt mit den schwarzen Linien vor dem rechten Auge liegt, die weissen Linien sich rechts von den schwarzen befinden, während bei umgekehrter Anordnung sich auch die Anordnung der Linien umkehre. Ebenso verhalten sich nach Dove Farbencombinationen: man führt zu diesem Zweck beide Zeichnungen mit weissen Linien auf schwarzem Grunde aus und hält vor jedes Auge ein farbiges Glas, oder aber man macht die Zeichnungen für beide Augen mit verschiedenen Pigmenten. In beiden Fällen, ob man dioptrische oder katoptrische Farben combinirt, sind die Erfolge dieselben.

Auf diese Versuche hat Dove eine eigenthümliche Hypothese über die Ursache des monokularen wie des binokularen Glanzes gegründet. Er sagt: „Unter allen Fällen, wo eine Fläche glänzend erscheint, ist es immer eine spiegelnde, durchsichtige oder durchscheinende Schicht von geringer Mächtigkeit, durch welche man hindurch einen anderen Körper betrachtet. Es ist also äusserlich gespiegeltes Licht in Verbindung mit innerlich gespiegeltem oder zerstreutem, aus deren Zusammenwirkung die Vorstellung des Glanzes entsteht. Dies steigert sich bei der Anzahl der Abwechselungen beider Körper. Daher nimmt aufgeblätterter Glimmer Metallglanz an, Sätze von Glasscheiben hingegen Perlmutterglanz. Die beiden auf das Auge wirkenden Lichtmassen wirken auf dasselbe aus verschiedenen Entfernungen. Indem nun das Auge sich dem durch die durchsichtige Schicht gesehenen Körper anpasst, kann das von der Oberfläche zurückspiegelnde Licht nicht deutlich gesehen werden, und das Bewusstwerden dieser undeutlich wahrgenommenen Spiegelung erzeugt die Vorstellung des Glanzes.“ So erscheint z. B. ein mit Firniss überzogenes Gemälde glänzend, weil, während das Auge für die Farben des Gemäldes angepasst ist, gleichzeitig von dem Firniss gespiegeltes Licht in dasselbe dringt. Der Glanz verschwindet

aber augenblicklich, wenn man die Spiegelung wegschafft, indem man unter dem Polarisationswinkel durch ein Nikol'sches Prisma auf das Gemälde sieht: man sieht dann das Bild nur noch mit todten Farben.

In ganz entsprechender Weise soll nun der binokulare Glanz zu Stande kommen. Unser Auge ist bekanntlich nicht genau achromatisch, wir bedürfen daher, um deutlich zu sehen, für verschiedene Farben eines verschiedenen Accommodationsgrades. Halten wir daher vor beide Augen verschiedene farbige Gläser, oder betrachten wir verschiedene Pigmente, so muthen wir den Augen eine ungleiche Accommodation zu. Da nach Dove dieser Aufgabe nicht genügt werden kann, so werden die Bilder beider Augen sich nicht decken, sondern aus sich kreuzenden Richtungen auf eine Fläche projicirt werden, und es folgt hieraus, „dass man farbige Linien neben einander, farbige Flächen vor einander sehen wird.“ Versuche, die dies in Bezug auf Linien bestätigen, sind schon angeführt worden, und in Bezug auf Flächen bemerkt Dove, dass in dem Moment, wo aus der stereoskopischen Combination zweier Farben die Mischfarbe entstehe, es sei, als wenn man durch die eine durchsichtig gewordene Farbe die andere hindurchsehe.

Brewster hat gegen die Dove'sche Theorie bereits den Einwand erhoben, dass keineswegs, wie dies aus Dove's Darstellung hervorzugehen schien, unter allen Umständen, wenn man Schwarz und Weiss oder zwei Farben stereoskopisch combinirt, Glanz entsteht, sondern dass insbesondere der Glanz ausbleibt, wenn man eine weisse und schwarze Fläche oder zwei farbige Flächen combinirt, auf denen keine Zeichnungen entworfen sind. Brewster verwirft daher die Dove'sche Theorie, aber wie er selbst sich die Sache erklärt, ist nicht deutlich, da er nur sagt, der Glanz entstehe durch die Schwierigkeit, die beiden stereoskopischen Bilder zu combiniren.*)

Dove hat den von Brewster vorgebrachten thatsächlichen Einwand später zugegeben, ohne aber seine Hypothese im Wesentlichen zu ändern. Er bemerkt, dass die Accommodation mit der Richtung der Augenaxen zusammenhänge, dass diese letztere aber bei einer unbegrenzten farbigen Fläche unbestimmt bleibe, er sieht daher in dem Brewster'schen Versuch nur eine Bestätigung seiner Ansicht.**)

---

*) Athenaeum, 1855, S. 1125.

**) Optische Studien, Berlin 1859, S. 3.

Helmholtz hat dagegen an dem von Dove vorausgesetzten Einfluss der Accommodation Zweifel erhoben. Er glaubt vielmehr, dass der stereoskopische Glanz unmittelbar in den Gesetzen des binokularen Sehens begründet sei: matte Flächen müssen beiden Augen stets gleich beleuchtet und gleich gefärbt erscheinen, bei glänzenden Flächen dagegen kann es vorkommen, dass das eine Auge von dem mehr oder weniger regelmässig gespiegelten Licht getroffen wird, das andere nicht, so dass dem ersteren die Fläche in grösserer Helligkeit und, wenn das gespiegelte Licht von anderer Farbe als die Fläche ist, auch in anderer Farbe erscheinen kann. Wenn nun auch diese Differenzen in der täglichen Erfahrung sehr gering sein mögen, so sind es doch ähnliche Differenzen, die im Stereoskop den beiden Augen geboten werden, und sie werden daher in ähnlicher Weise beurtheilt.*)

Wirft man die Frage auf, ob der von Dove bei seiner Erklärung angenommene Einfluss der Accommodation möglich sei, so lässt sich dies nicht bestreiten. Einerseits weicht das Auge nicht unbeträchtlich von der Achromasie ab, und anderseits haben wir in der Accommodation ein ziemlich feines Hülfsmittel zur Bestimmung der Entfernungen (s. Abh. III. 1). Der Unterschied der Brennweiten des Auges für Roth und Violett beträgt, für Listing's reducirtes Auge berechnet, 0,434 Mm.**), wir haben aber gesehen, dass wir durch unseren Accommodationsapparat Veränderungen der Brennweite noch zu schätzen vermögen, die in die Hunderttheile eines Millim. fallen. Es muss also zugegeben werden, dass, wenn wir beiden Augen Farben verschiedener Brechbarkeit darbieten, möglicher Weise eine verschiedene Accommodation derselben stattfindet. Aber ist diese verschiedene Accommodation beider Augen die Wahrnehmung des Glanzes? Wir können beide Augen zu verschiedener Accommodation zwingen, indem wir jedem eine mit schwarzen Linien auf weisem Grund ausgeführte Zeichnung zur stereoskopischen Combination darbieten und dabei die eine Zeichnung in grössere Ferne bringen als die andere; wir sehen anfänglich die eine Zeichnung in Zerstreuungskreisen, nichts desto weniger zeigt sich keine Spur der Erscheinung des Glanzes; mittelst einiger Uebung bringen wir es leicht dahin, beträchtliche Accommodationsverschiedenheiten beider Augen herzustellen: trotzdem haben wir auch hier

---

*) Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der Rheinlande. 1856. Seite 27.

**) S. Helmholtz, Physiologische Optik. S. 126.

keineswegs die Wahrnehmung des Glanzes, ja wir werden nicht einmal gewahr, dass die eine Zeichnung ferner liegt als die andere, da wir in der Convergenz der Sehaxen ein noch feineres Hülfsmittel der Entfernungsbestimmung besitzen und daher die stereoskopische Combination ungefähr in den Convergenzpunkt verlegen.

Aber es giebt noch weit gewichtigere Gründe, welche die Dove'sche Hypothese als unhaltbar erscheinen lassen. Es würde nach derselben jedenfalls zu erwarten sein, dass, je verschiedener die Brechbarkeit zweier Farben, um so leichter und lebhafter die Erscheinung des Glanzes bei ihrer stereoskopischen Combination eintrete. Dies ist aber keineswegs der Fall: gerade Roth und Violett, die den stärksten Glanz geben sollten, sind zur Hervorbringung desselben sehr wenig geeignet, während umgekehrt Grün und Gelb, die sich im Spektrum sehr nahe stehen, leicht den binokularen Glanz geben. Schon eine oberflächliche Untersuchung zeigt, dass weit mehr als die verschiedene Brechbarkeit die verschiedene Helligkeit der Farben auf die Lebhaftigkeit des Glanzes von Einfluss ist. Dove selbst hat dies indirect zugegeben, indem er Weiss und Schwarz als die geeignetste Combination zur Erzeugung des Glanzes bezeichnet, aber freilich betrachtet Dove Weiss und Schwarz, die doch nichts anderes als die grösstmöglichen Helligkeitsunterschiede des gemischten Lichtes bedeuten, unbegreiflicher Weise wie zwei Farben verschiedener Brechbarkeit; er gesteht zwar zu, dass er diese verschiedene Brechbarkeit nicht durch directe Versuche habe ermitteln können, aber er meint, es gehe hieraus eben nur hervor, dass die Methode der Beobachtung des Glanzes feinere Unterschiede zu erkennen gestatte, als die unmittelbare Anschauung.

Es wird zweckmässig sein, wenn wir, ebenso wie dies Dove gethan hat, zunächst ausgehen von der Entstehung des monokularen Glanzes. Der monokulare Glanz tritt keineswegs unter allen Umständen ein, wenn gleichzeitig gespiegeltes und nicht gespiegeltes Licht ein Auge trifft Man halte über ein farbiges oder schwarzes Papier eine Glasplatte, die ungefähr unter einem Winkel von 45° geneigt ist, und spiegle in dieser Glasplatte ein andersfarbiges oder weisses Papier: man bekommt so eine aus dem durchfallenden und dem reflectirten Licht gemischte Farbe, niemals aber hat man die Erscheinung des Glanzes, wie man auch die Unterschiede der Farben und der Helligkeiten wählen mag. Es muss bei diesem Versuch, um eine gute Mischung zu bekommen, natürlich immer der Farbe, die im reflectirten Licht gesehen werden soll, eine

grössere Helligkeit gegeben werden. — Ebenso erhält man meistens keinen Glanz, wenn man zwei verschiedenfarbige Quadrate ausschneidet und beide auf Papiere von beliebiger aber einander gleicher Farbe legt.

Legt man hingegen auf einen dunkelfarbigen Grund ein ebenfalls dunkelfarbiges oder schwarzes, jedenfalls aber andersfarbiges Quadrat oder überhaupt ein begrenztes farbiges Papierschnitzel, und lässt man hierauf eine hellerfarbige Fläche sich spiegeln, in welcher ein gleichfalls helleres aber andersfarbiges Quadrat sich befindet, dessen Bild man mit dem direct gesehenen Quadrat zusammenfallen lässt, so erhält man einen äusserst lebhaften Glanz des Quadrates, während der Grund vollkommen glanzlos ist. Dabei wird das Quadrat wie der Grund zwar in der Mischfarbe gesehen, aber die Erscheinung des Glanzes verdeckt bei jenem die Mischfarbe, oder es ist vielmehr, als wenn man nicht eine Mischung der beiden Farben hätte, sondern die eine durch die andere hindurchsähe, so dass die Farbe des direct gesehenen und des gespiegelten Quadrates eigentlich noch einzeln in der Mischung erkannt wird. Die Lebhaftigkeit des Glanzes ist nach dem Ort des Spiegelbildes verschieden. Im Allgemeinen gelingt es am leichtesten Glanz zu erhalten, wenn man das Spiegelbild hinter die direct gesehene Farbe fallen lässt, der Glanz wird schwächer, wenn das Spiegelbild der letzteren sehr nahe kommt, und er verschwindet ganz, wenn es mit derselben zusammenfällt: es wird dann die glanzlose Mischfarbe gesehen.

Man lege z. B. ein schwarzes Quadrat auf dunkelrothen Grund, über denselben bringe man die geneigte Glasplatte und lasse in derselben ein weisses Quadrat auf gelbem Grunde so spiegeln, dass das Spiegelbild hinter das schwarze Quadrat fällt. Es entsteht dann ganz derselbe Stahlglanz, den man bei stereoskopischer Vereinigung von Weiss und Schwarz beobachtet; man glaubt durch das durchsichtige Schwarz das weisse Quadrat zu sehen, es entsteht auch nicht eine Mischfarbe, sondern man hat deutlich die Vorstellung des gleichzeitig gesehenen Weiss und Schwarz. Dabei erscheint das schwarze Quadrat nicht blos an der Stelle glänzend, wo es das weisse deckt, sondern an seiner ganzen Oberfläche, das ohne Spiegelung ganz matte Schwarz erscheint wie ein Spiegel, in dem das Bild des weissen Quadrats gesehen wird. Die Erscheinung hört aber auf, sobald man die Glasplatte so neigt, dass das Bild des weissen Quadrates unmittelbar auf dem schwarzen aufliegt; an der Stelle, wo beide sich decken, erscheint dann

Grau ohne Glanz, und das Schwarz selber, wo es nicht von dem Bilde bedeckt ist, erscheint vollkommen matt. Dreht man die Glasplatte so weit, dass das gespiegelte Bild vor das direct gesehene fällt, so gelingt es weniger leicht die Erscheinung des Glanzes zu sehen: ist das gespiegelte Bild sehr schwach, so verschwindet es leicht ganz, und ist es sehr hell, so verdeckt es leicht das andere. Bei geeigneter relativer Helligkeit der beiden Quadrate und des jedem zugehörigen Grundes gelingt es jedoch auch hier die Erscheinung des Glanzes hervorzurufen, die Vorstellung ist aber dann so, dass man das direct gesehene Quadrat durch das gespiegelte glaubt hindurchzusehen, man hält also dann die direct gesehene Farbe für gespiegelt in derjenigen, die in Wirklichkeit von der Glasplatte gespiegelt wird.

Der Glanz hört im obigen Versuch in den meisten Fällen auf, wenn man das weisse und das schwarze Quadrat auf gleichfarbigen Grund legt; dabei überwiegt immer entweder der weisse den schwarzen oder der schwarze den weissen Eindruck und bringt denselben zum Verschwinden, so dass also nicht die Mischung, sondern nur eines der beiden Quadrate gesehen wird. Legt man z. B. beide Quadrate auf dunkelblauen Grund, so überwiegt das gespiegelte Weiss, und man sieht das Schwarz gar nicht, legt man dagegen beide auf hellgelben Grund, so überwiegt das Schwarz, und man sieht das Weiss gar nicht. Ueberhaupt überwiegt auf hellem Grunde Schwarz und auf dunklem Grunde Weiss.

Man erhält dasselbe Resultat, wenn man zu dem Versuch farbige Quadrate auf andersfarbigem oder weissem oder schwarzem Grund verwendet. Bedingung zur Entstehung eines möglichst lebhaften Glanzes ist immer, dass die Farbe der Quadrate sowohl unter sich wie von ihrem Grunde verschieden sei. Der Glanz entsteht dann ferner am leichtesten, wenn jedes Quadrat gegen seinen Grund ungefähr gleich lebhaft contrastirt. Ist das letztere nicht der Fall, überwiegt der Contrast des einen Quadrats, so wird der Eindruck des andern gänzlich verdrängt.

Es wurde oben bemerkt, dass ebenfalls kein Glanz entsteht, wenn nicht zwei abgegrenzte farbige Objecte durch Spiegelung auf einander projicirt werden, wenn also ein farbiges Quadrat auf andersfarbigem Grunde direct betrachtet und darauf Weiss oder eine helle Farbe gespiegelt wird, es entsteht dann einfach eine Mischung. Man kann hingegen auch Glanz in diesem Fall hervorbringen, ohne ein andersfarbiges Quadrat als der Grund zu spiegeln; man erhält den

selben sogar sehr lebhaft, wenn man in dem weissen Papier eine Stelle mit schwarzen Linien umgrenzt und das Spiegelbild dieser Stelle auf das direct gesehene Quadrat fallen lässt. Man lege z. B. einen blauen Papierstreifen auf dunkeln Grund und spiegle darüber Weiss: es entsteht kein Glanz. Nun umgrenze man in dem Weiss ein Feld, das an Ausdehnung ungefähr dem Papierstreifen entspricht oder etwas kleiner ist, und lasse das Bild desselben mit dem blauen Streifen zusammenfallen: nun erscheint dieses alsbald in lebhaftem Glanze.

Der letzte Versuch beweist schlagend, dass nicht eine geeignete Mischung von Farben, die aus verschiedenen Entfernungen das Auge treffen, an sich die Erscheinung des Glanzes bedingen, sondern dass diese erst auftritt, sobald wir sehen oder zu sehen glauben, dass in einem begrenzten Object ein anderes sich spiegelt. Alle Bedingungen, welche bewirken, dass diese Spiegelung deutlicher hervortritt, erhöhen auch die Erscheinung des Glanzes. Hierauf beruht die Beziehung des Glanzes zum Contrast, die wir oben kennen gelernt haben. Der Glanz ist am lebhaftesten, wenn der Eindruck beider Objecte des direct gesehenen und des gespiegelten, gleichmässig durch Contrast gehoben werden, der Glanz verschwindet aber, wenn der eine Eindruck durch einseitigen Contrast zum Ueberwiegen kommt.

Es geht hieraus schon hervor, dass die Erscheinung des monokularen Glanzes nicht unmittelbar in der Empfindung gegeben ist oder gar auf objectiven Vorgängen beruht, sondern dass dieselbe lediglich erst durch die Vorstellung entsteht. Wir sehen einen Gegenstand glänzend, sobald in demselben andere Gegenstände sich zu spiegeln scheinen. Da aber schon die Erkennung eines Gegenstandes Product der Vorstellungsthätigkeit ist, so kann auch der Glanz, der von dem Sehen eines Gegenstandes durch einen andern abhängt, nur auf Vorstellungen beruhen. Man kann jedoch für die Thatsache, dass die Erscheinung des Glanzes nicht der reinen Empfindung bereits zufällt, noch andere Beweise beibringen.

Wollte man aus der unmittelbaren Empfindung den Glanz ableiten, so liesse sich derselbe nicht wohl auf eine andere Weise entstanden denken, als durch die unvollständige Achromasie des Auges, es würde dann die Dove'sche Theorie oder eine ihr doch ähnliche die richtige sein. Denn sollte auch die unvollkommene Achromasie nicht in Betracht kommen, so wäre überhaupt nicht zu begreifen, wie jemals etwas anderes als die Mischfarbe entstehen könnte. Ist es aber die

chromatische Abweichung, die den Glanz bedingt, so wird es zwar immerhin möglich sein, dass die Deutlichkeit der Erscheinung etwas zunimmt mit dem Unterschied der Helligkeit beider Farben, aber das Wesentliche der Erscheinung wird nicht hiervon, sondern von der verschiedenen Brechbarkeit der Farben bedingt sein. Je verschiedener die Wellenlänge, um so stärker wird der Glanz hervortreten müssen, während er bei Farben, die im Spektrum sich nahe stehen, auf ein Minimum herabsinkt.

Man kann sich durch den Versuch sehr leicht überzeugen, dass von dieser Folgerung nichts eintritt. Man combinire z. B. in der oben angegebenen Weise Roth und Violett. Nimmt man von beiden unbegrenzte farbige Flächen, so tritt natürlich wie bei allen Farben lediglich eine Mischung auf, wie oben schon bemerkt wurde. Aber auch wenn man die für das Hervortreten des Glanzes sonst günstigen Bedingungen herstellt, wenn man also Stückchen von beiden Farben auf contrastirendem Grund befestigt, so bleibt der Glanz doch sehr schwach. Bei Mischung von Roth und Blau wird der Glanz schon deutlicher, noch mehr tritt er aber hervor, wenn man, unter gleich günstigen Bedingungen, Roth und Grün mischt, während Roth und Gelb oder namentlich Roth und Orange wieder schwächeren Glanz geben. Dagegen geben Grün und Gelb, die im Spektrum unmittelbar neben einander stehen, wieder sehr lebhaften Glanz.

Die Vergleichung der verschiedenen Farben in Bezug auf ihre Fähigkeit, Glanz mit einander zu geben, führt man am zweckmässigsten so aus, dass man farbige Papierschnitzel nimmt, deren Pigmente den Spektralfarben ziemlich nahe kommen und möglichst von gleicher Helligkeit sind. Die zwei zu vergleichenden Farben legt man auf matt schwarzen Grund und hält zwischen sie eine Glasplatte, die sehr wenig geneigt ist; man verschiebt dann die beiden Papierschnitzel so, dass das Bild des einen durch das andere hindurch gesehen wird. Auf diese Weise kann man, mit den Farben wechselnd, die verschiedensten Pigmente nach der Reihe mit einander vergleichen. Es stellt sich so heraus, dass die Lebhaftigkeit des erzeugten Glanzes ganz und gar unabhängig ist von der verschiedenen Brechbarkeit der beiden Farben; sie hängt aber ab von einem andern Verhältniss, auf das wir hier näher eingehen müssen.

Wenn man zwei Farben mischt, so zeigt die Mischfarbe eine mehr oder weniger grosse Verschiedenheit von den Farben, die sie zusammensetzen. Wo die Mischfarbe beiden

Farben ähnlich ist, da sind auch die zusammensetzenden Farben unter sich ähnlich. Diese Aehnlichkeit ist eine ganz und gar subjective, die sich von dem objectiven Verhältniss der Farben zu einander durchaus unabhängig zeigt, die mit dem Unterschied der Wellenlängen gar nichts zu thun hat. Ja gerade die Farben mit der grössten Differenz der Wellenlängen gehören zu denjenigen, die sich subjectiv am nächsten stehen. Roth und Violett geben zusammen Purpur, und Purpur ist sowohl der rothen wie der violetten Grundfarbe ähnlich, aber Roth und Violett haben zweifelsohne auch unter sich eine subjective Aehnlichkeit. Ein entgegengesetztes Beispiel sind Blau und Gelb. Beide in geeigneten Verhältnissen gemischt geben Weiss, das von den zwei Grundfarben ganz verschieden ist, und Blau und Gelb sind selbst etwas subjectiv gar nicht Vergleichbares. Es zeigt sich nun, dass der gegenseitige Contrast zweier Farben nicht im Geringsten abhängt von der verschiedenen Wellenlänge, sondern lediglich von dieser subjectiven Verschiedenheit. Zwei Farben contrastiren um so mehr, je grösser ihre subjective Verschiedenheit ist, je mehr aber zwei Farben gegeneinander contrastiren, um so leichter geben sie unter den geeigneten Bedingungen die Erscheinung des Glanzes, so dass diese selbst sich benutzen lässt, um die Farben in subjectiver Hinsicht mit einander zu vergleichen.

Es ist eine bekannte Anschauung, die eben auf der subjectiven Aehnlichkeit von Roth und Violett beruht, dass man sich die Farbenreihe des Spektrums so zu einem Kreis geschlossen vorstellen könne, dass ihre Enden in einander übergehen. Diese Ordnung der Farben giebt in der That auch einen Massstab für die Lebhaftigkeit des Contrastes und des Glanzes. Die in dem Kreis sich am nächsten stehenden Farbentöne contrastiren so wenig, dass sie gar keinen Glanz geben, z. B. Roth und Violett, Violett und Indigblau, Blau und Grün. Die nächstfolgenden reinen Farbentöne, die am lebhaftesten contrastiren, sind Grün und Gelb. Das reine Grün und reine Gelb geben noch lebhaften Glanz mit einander, dieser verschwindet aber auch, wenn man die Uebergangsfarbentöne zwischen Grün und Gelb im Spektrum benützt.

Der Einfluss der subjectiven Verschiedenheit der gemischten Farben auf den monokularen Glanz reducirt sich wesentlich darauf, dass von dieser Verschiedenheit der Contrast der Farben abhängt. Aber es kann ein solcher Contrast auch durch andere Verhältnisse befördert werden, und es kann dann Glanz entstehen bei Mischung von Farbentönen, die sich

sonst subjectiv sehr nahe stehen, ja sogar übereinstimmen. So können Farben, die blos an Helligkeit verschieden sind, mit einander Glanz geben. Hierher gehört als extremster Fall der Glanz, der durch Deckung weisser und schwarzer Objecte entsteht: es ist dies die lebhafteste Glanzerscheinung, die überhaupt sich hervorbringen lässt. Weiss und Schwarz sind aber ja blos die äussersten Stufen der Helligkeit des gemischten Lichtes. Man kann ebenso durch Deckung zweier gleicher Farbenstreifen, von denen man den einen durch Contrast gegen seinen Grund oder durch Beimischung von Weiss heller macht, Glanz hervorrufen. Man nehme z. B. zwei Papierstreifen von lebhaft blauer Farbe. Den einen lege man auf schwarzen Grund, den andern klebe man auf weissen Grund, und durch Spiegelung in einer schräg gehaltenen Glasplatte lasse man das Bild des letzteren mit dem ersteren zusammenfallen. Der blaue Streifen auf schwarzem Grund erscheint dann viel heller als der blaue Streifen auf weissem Grund, theils wegen des Contrastes mit dem Grund, theils weil sich ihm weisses gespiegeltes Licht beimischt. Man sieht dann, wenn man die Objecte so zur Deckung bringt, dass das Bild des gespiegelten Streifens hinter den direct gesehenen fällt, diesen in lebhaftem Glanze.

Der Contrast der in einander gespiegelten farbigen Gegenstände zu einander und zn dem Grund, auf dem sie gezeichnet sind, ist nur wirksam bei der Entstehung des Glanzes durch die grössere Deutlichkeit, mit der er die Auffassung beider Objecte möglich macht. Dies geht daraus hervor, dass die Entstehung des Glanzes eben wesentlich abhängig ist von der Trennung der zwei in einander gespiegelten Objecte in der Vorstellung. Es wurde schon oben erwähnt, dass der Glanz nur eintritt, wenn wir so spiegeln, dass das Bild des gespiegelten Gegenstandes hinter oder auch vor dem direct gesehenen liegt, dass aber der Glanz ganz ausbleibt und die reine Mischfarbe auftritt, wenn wir beide zusammmenfallen lassen. Es hängt damit unmittelbar folgende Erscheinung zusammen. Benützen wir zu dem Versuch Weiss und Schwarz oder auch zwei Pigmente, die leicht Glanz zusammen geben, aber so, dass der gespiegelte Papierstreifen keine Zeichnung hat, aus der wir ein Urtheil über die Lage seines Bildes entnehmen können, und betrachten wir nun das Object, nachdem wir die beiden Farben in der geeigneten Weise zur Deckung gebracht haben, blos mit einem Auge, so tritt kein Glanz und nur Mischfarbe auf, auch wenn das Bild des gespiegelten Gegenstandes hinter dem direct gesehenen liegt. Der Glanz zeigt

sich aber augenblicklich, wenn wir das geschlossene Auge öffnen, wobei wir zugleich erst ein Urtheil über die Entfernung des gespiegelten Gegenstandes erhalten, der uns vorher unmittelbar mit dem direct gesehenen Objecte zusammen zu fallen schien. Wir erhalten aber auch schon bei monokularer Betrachtung schwachen Glanz, wenn wir das gespiegelte Object etwas hin und her bewegen, oder besser die spiegelnde Glasplatte etwas drehen: wir bekommen dann aus der Bewegung des Spiegelbildes ein Urtheil über dessen Entfernung. Viel lebhafter aber können wir bei monokularer Betrachtung den Glanz erhalten, wenn wir in dem gespiegelten Object eine Zeichnung anbringen, aus deren perspektivischer Spiegelung wir auf die Entfernung des Bildes zu schliessen vermögen; ja wir können auf diese Weise monokularen Glanz erhalten, der bei binokularer Betrachtung wieder verschwindet: wenn wir nämlich die Zeichnung von vornherein perspektivisch verfertigen, sie dann aber so spiegeln lassen, dass ihr Bild mit dem direct gesehenen Objecte zusammenfällt; wir urtheilen dann, dass das Bild hinter diesem Object liege, und sehen in Folge dessen Glanz. Dieser Glanz verschwindet aber augenblicklich, wenn wir das andere Auge öffnen, indem wir nun mit Bestimmtheit sehen, dass uns die monokulare Betrachtung getäuscht hat.

Noch auffallender wird der Einfluss des Sehens mit zwei Augen auf die Erscheinung des Glanzes, wenn man den Versuch so einrichtet, dass die Bilder, die beide Augen erhalten, von erheblicher Verschiedenheit sind, so dass der Einfluss des stereoskopischen Sehens zur Wirkung kommt. Hier muss man also in grosser Nähe beobachten und dem einen Auge entweder nur einen Theil des gespiegelten Bildes oder gar nichts von demselben, dagegen das ganze direct zu sehende Bild darbieten, dem andern Auge das ganze gespiegelte Bild und nur einen Theil des direct zu sehenden. Man befestige z. B. eine Glasplatte unter einem Winkel von ungefähr 40^0 auf dem Tisch, so dass dieselbe nach rechts geneigt ist, rechts von der Glasplatte lege man einen schwarzen Papierstreifen auf blauen Grund, der durch die Glasplatte direct gesehen wird, links davon einen weissen Papierstreifen auf schwarzen Grund, dessen Bild von der Glasplatte reflectirt wird. Nun blickt man mit beiden Augen so in die Glasplatte, dass man mit dem linken Auge nur den schwarzen Streifen, mit dem rechten Auge nur das Bild des weissen Streifens sieht. Jedes einzelne Auge giebt dann Schwarz oder Weiss ohne Glanz, beide zusammen lebhaften Glanz. Bei diesem Versuch sieht

das rechte Auge eigentlich das Bild des weissen Streifens hinter dem schwarzen Streifen liegen, aber jenes verdrängt diesen durch den Contrast vollständig, so dass das Auge reines Weiss zu sehen glaubt; doch wird bei dieser Versuchsanordnung die Lebhaftigkeit des Glanzes dadurch erhöht, dass das weisse Bild in beträchtlicher Entfernung hinter dem schwarzen Streifen zu liegen scheint; dreht man das weisse Papier, bis sein Bild mit dem schwarzen Streifen zusammenfällt, so wird die Lebhaftigkeit des Glanzes verringert, aber er wird in diesem Fall nicht ganz aufgehoben.

Wir sehen somit, dass das Sehen mit zwei Augen im Allgemeinen die Wahrnehmung des Glanzes begünstigt, aber diese Begünstigung beruht nur auf der genaueren Erkenntniss der Tiefenentfernungen, die das binokulare Sehen ermöglicht; wir können aber mit einem Auge ebenso gut Glanz sehen, wenn wir nur den Versuch so einrichten, dass wir den einen der gesehenen Gegenstände hinter dem andern zu sehen glauben. Da diese Bedingung in der Natur immer nur bei spiegelnden Gegenständen verwirklicht ist, so ist die häufigste Bedingung des Glanzes allerdings die, dass unser Auge gleichzeitig von dem Eigenlicht eines Gegenstandes und von dem an der Oberfläche desselben reflectirten Lichte getroffen wird. Die Beschaffenheit des Glanzes hängt dann ganz von der Beschaffenheit des reflectirten Lichtes und von der Art der Reflexion ab. Der Glanz ist stark oder schwach, wenn das reflectirte Licht mehr oder weniger hell ist. Matter Glanz entsteht, wenn die gespiegelten Objecte nur sehr undeutlich gesehen werden, wenn also z. B. durch Unebenheiten der spiegelnden Fläche das Licht zerstreut wird, oder wenn mehrere spiegelnde Flächen hinter einander liegen. Im letzteren Fall entstehen um alle gespiegelten Gegenstände grosse Zerstreuungskreise; man kann diese Art des matten Glanzes hervorbringen, wenn man eine grosse Zahl dünner Glasplatten über einander schichtet. Ebenso wird der Glanz matt, wenn das gespiegelte Licht von einem Object herzukommen scheint, das sehr nahe hinter der spiegelnden Fläche liegt. Es lassen wohl alle diese Ursachen der geringeren Lebhaftigkeit des Glanzes sich auf eine zurückführen. Wenn durch Lichtzerstreuung oder durch vielfache Spiegelung hinter einander um die gespiegelten Objecte Zerstreuungskreise entstehen, so haben wir kein sicheres Urtheil über den Ort der Spiegelbilder, aber wir verlegen dieselben im Allgemeinen nahe hinter die spiegelnde Fläche. Es scheint also der Glanz immer dann matt zu sein, wenn Spiegelbild und direct gesehenes Object

nahe zusammenfallen. Wir haben gesehen, dass der Glanz vollkommen aufhört, wenn dieselben wirklich zusammenfallen, mit Ausnahme des stereoskopischen Glanzes, welcher entsteht, wenn dem einen Auge das directe, dem andern das gespiegelte Bild geboten wird, und welcher auch dann noch fortbesteht. Aber diese Ausnahme ist leicht erklärlich: in der Wirklichkeit können nämlich jene beiden Bedingungen, dass das eine Auge ein Object und das andere ein auf demselben gespiegeltes Bild sieht, und dass beide, Object und Bild, an denselben Ort fallen, niemals zusammen vorkommen, wir haben diese Bedingungen in dem obigen Versuch nur durch eine Täuschung zu vereinigen vermocht, indem die Fläche des Objectes, die zu spiegeln schien, wie in allen diesen Versuchen gar nicht die spiegelnde war. Es wird also in jenen Fällen doch immer, den Gesetzen des stereoskopischen Sehens gemäss, das Spiegelbild an einen andern Ort verlegt werden als das gesehene Object.

Es beweisen somit alle Versuche, dass nicht die Lichtspiegelung an sich die Erscheinung des Glanzes bedingt, sondern dass dieser erst hervortritt, wenn wir ein Spiegelbild sehen, dessen Ort hinter dem spiegelnden Gegenstand liegt. Es ist hiernach zu vermuthen, dass der Glanz zu seiner Erscheinung nicht stets des Zusammentreffens von directem und gespiegeltem Lichte bedarf, sondern wenn lediglich das Sehen eines Gegenstandes hinter einem andern Glanz hervorruft, so werden wir diesen vielleicht auch ohne alle Spiegelung hervorzurufen vermögen. Um aber zwei Gegenstände hinter einander zu sehen, muss natürlich der erste durchsichtig sein. Betrachten wir nun Gegenstände durch eine farblose oder farbige Glasplatte, so tritt bekanntlich keine Spur von Glanz auf, und es versteht sich dies von selber, denn wenn wir durch eine Glasplatte sehen, so ignoriren wir das Vorhandensein derselben vollständig, und wenn auch die Glasplatte farbig ist, so legen wir doch die Farbe nur den Gegenständen zu, die wir durch die Glasplatte sehen. Dagegen lässt sich durch folgenden Versuch Glanz ohne Zuhülfenahme gespiegelten Lichtes erhalten. Man lege auf ein blaues Glas ein rothes Papier, in welches ein kleines Fenster eingeschnitten ist, so dass also die Oeffnung des Fensters blau und durchsichtig erscheint. Hinter das Glas halte man in einiger Entfernung einen weissen Papierstreifen. Mit beiden Augen betrachtet erscheint alsbald die Fensteröffnung in lebhaftem Glanze, schliesst man das eine Auge, so hört der Glanz auf, weil man nun glaubt, der weisse Streifen falle mit dem Fenster zusammen, dieses sei

an der Stelle, wo es den Streifen deckt, hellblau und undurchsichtig. Bringt man aber auf dem weissen Papier eine perspektivische Zeichnung an, durch welche man auch bei monokularer Betrachtung überzeugt wird, dass wenigstens ein Theil der Zeichnung hinter dem Fenster liegen muss, so tritt der Glanz auch hier ein, doch nicht ganz so lebhaft als beim Sehen mit zwei Augen.

Wenn so einerseits die Spiegelung keineswegs nothwendige Bedingung für den Glanz ist, so sind anderseits ebenso wenig Spiegelung und Glanz mit einander zusammenfallend. Eine regelmässig spiegelnde Oberfläche glänzt gar nicht, weil wir bei der Betrachtung der gespiegelten Gegenstände den spiegelnden Körper ganz übersehen: in einem Spiegel sehen wir die gespiegelten Objecte ganz so, als wenn wir sie direct betrachteten. Die Unterschiede, welche die Sprache macht, indem sie die drei Ausdrücke Leuchten, Spiegeln und Glänzen braucht, sind wissenschaftlich vollkommen begründet, wenn auch in der Natur Uebergänge genug vorkommen. Ein Gegenstand leuchtet, der von seiner Oberfläche gleichmässig Licht von gleicher Helligkeit ausstrahlt. Diese Bedingung der gleichmässigen Lichtausstrahlung ist in den meisten Fällen nur realisirt, oder vielmehr wir bemerken nur dann, gemäss dem psycho-physischen Gesetze, die noch vorhandenen Unterschiede der Helligkeit nicht, wenn die Lichtintensität eine sehr bedeutende ist; daher fällt das Leuchten meist mit einer grossen Lichtstärke zusammen, obgleich dies Zusammenfallen nicht unbedingt nothwendig ist; aus diesem Grunde leuchten Gegenstände auch vorzugsweise leicht im Dunkeln, weil wir dann die lichtschwächeren Stellen ihrer Oberfläche gar nicht sehen; so kann ein spiegelnder oder glänzender Gegenstand bei hereinbrechender Dnnkelheit zum leuchtenden werden. Ein Gegenstand spiegelt, dessen Oberfläche durch Reflexion ein solches Bild der umgebenden Objecte entwirft, dass wir den spiegelnden Gegenstand selber über der Betrachtung der Spiegelbilder vernachlässigen, indem wir diese gewissermassen als die direct betrachteten Gegenstände ansehen. Zur reinen Spiegelung gehört daher erstens eine gewisse Deutlichkeit der Spiegelbilder und zweitens eine solche Beschaffenheit des spiegelnden Gegenstandes, dass dieser nicht unsere Hauptaufmerksamkeit auf sich zieht; ebene oder gleichförmig gekrümmte polirte Flächen sind daher am häufigsten spiegelnde Objecte, insbesondere wenn sie farblos oder wenigstens gleichfarbig sind. Hat ein Object eine ausgeprägte Farbe, so regt dies schon leicht unsere Aufmerksamkeit an, und dies findet in

noch höherem Masse statt, wenn die Farbe nicht gleichmässig über die Oberfläche vertheilt ist. Wir nennen endlich einen Gegenstand glänzend, wenn derselbe so beschaffen ist, dass wir zugleich den Gegenstand und die von demselben entworfenen Spiegelbilder in's Auge zu fassen genöthigt sind, wenn wir also gleichzeitig verschiedene Gegenstände sehen, die hinter einander in verschiedener Entfernung vom Auge gelegen scheinen, und die daher sich decken sollten. Zu diesem gleichzeitigen Auffassen des Objectes und seiner Spiegelbilder ist nothwenig, dass keines von beiden über das andere das Uebergewicht erlange: werden die Spiegelbilder unmerklich, so hört natürlich der Glanz auf, wir sehen nur noch den Gegenstand in seinem eigenen Lichte, werden aber die Spiegelbilder sehr stark, so geht der Glanz in Spiegelung über. Dabei ist aber die Deutlichkeit, welche die Spiegelbilder erreichen dürfen, bei verschiedenen Objecten sehr verschieden, und es hängt dies lediglich davon ab, ob die Beschaffenheit des Objectes die Aufmerksamkeit auf sich zieht oder nicht. Ein auffallendes Beispiel sind in dieser Hinsicht viele Daguerre'sche Lichtbilder: die jodirte Silberplatte spiegelt manchmal so gut, dass sie sich ganz wohl als Spiegel benutzen liesse, aber da man dies nicht beabsichtigt, sondern das auf der Platte befindliche Bild zu betrachten wünscht, so bekommt man den Eindruck eines sehr grellen Glanzes. Der Glanz ist daher in allen Fällen, wo es sich um deutliche Betrachtung des Gegenstandes oder der Spiegelbilder handelt, nur störend, weil fortwährend die Aufmerksamkeit von dem abgelenkt wird, was man eigentlich zu sehen wünscht.

Es geht aus dem Obigen hervor, dass es eine scharfe Grenze zwischen Leuchten, Spiegeln und Glänzen in der Natur nicht giebt. Ein und derselbe Gegenstand kann unter verschiedenen Umständen leuchten, spiegeln oder glänzen. Ein von der Sonne bestrahlter Fluss oder See, den wir aus grosser Ferne betrachten, leuchtet, er glänzt, wenn wir aus mässiger Entfernung auf ihn blicken, und er spiegelt, wenn wir von oben in ihn hineinsehen. Alle undeutliche Spiegelung wird leicht zu Glanz, weil wir dabei leicht neben den Spiegelbildern das Object in Betrachtung ziehen, aber auch bei deutlicher Spiegelung kann Glanz vorhanden sein, wenn wir nicht die Spiegelbilder, sondern das Object beachten. Es kann ferner der gleiche Gegenstand dem Einen von zwei Beobachtern glänzen, während er dem Anderen spiegelt, denn es hängt der Unterschied von Glanz und Spiegelung nicht blos von dem Gegenstand, sondern auch von uns ab.

In Bezug auf die Farbenempfindung findet in allen Fällen bei der Erscheinung des Glanzes eine Eigenthümlichkeit statt, die für die Theorie desselben von Wichtigkeit ist. Wenn wir nämlich einen Gegenstand und zugleich ein an ihm gespiegeltes Bild sehen, so trifft gleichzeitig directes und reflectirtes Licht unser Auge. Es wäre daher zu erwarten, dass auch die Farbenempfindung, die wir haben, eine gemischte sei. Nichts desto weniger lässt sich die Farbenempfindung beim Glanze nicht mit der Mischempfindung vergleichen. Wir sehen bei der Erscheinung des Glanzes weder die directe noch die gespiegelte Farbe rein, und sehen doch auch keine Mischung beider. Was die Farbenwahrnehmung beim Glanze von der Wahrnehmung gemischter Farben unterscheidet, ist, dass wir dort die gemischte Farbe, welche unser Auge empfindet, in ihre Bestandtheile aufzulösen vermögen, während bei der wahren Mischempfindung die Farben unauflösbar zusammenfliessen. Wie wir beim Glanze den gespiegelten Gegenstand durch den spiegelnden hindurch zu sehen glauben, so meinen wir auch die Farbe des ersteren durch die des letzteren hindurch und nicht mit ihr gemischt zu sehen, d. h. während wir beide Farben zugleich sehen, unterscheiden wir sie noch von einander. Spiegeln wir z. B. in geeigneter Weise ein weisses in einem schwarzen Quadrat, so sehen wir nicht Grau, sondern wir unterscheiden deutlich Weiss und Schwarz als Farben hinter einander gelegener Objecte. Man kann den Uebergang der Mischempfindung in die Trennung der Eindrücke beim Glanze deutlich nachweisen, indem man nach der früher erörterten Methode die eine Farbe über der andern in einer geneigten Glasplatte so spiegeln lässt, dass zuerst die beiden farbigen Objecte zusammenfallen, wo einfache Mischempfindung auftritt, und dass dann das Spiegelbild hinter das direct gesehene Object fällt, wo Glanz entsteht, indem die eine Farbe durch die andere gesehen zu werden scheint. Dies hat beim stereoskopischen Glanz bereits Dove bemerkt, aber er ist dadurch zu seiner unrichtigen Erklärung geführt worden, indem er das Projiciren in verschiedene Entfernnngen von der Accommodation abhängig glaubte und daher den Glanz auf eine physikalische Ursache, auf die mangelhafte Achromasie des Auges zurückführte.

Wir haber schon oben den Schluss gezogen, dass der Glanz erst als Product der Vorstellungsthätigkeit auftritt. Er entsteht, sobald wir hinter einem Gegenstand und von diesem gedeckt einen anderen sehen und zur gleichzeitigen Auffassung beider Objecte genöthigt werden. Wir können jetzt weiterhin

den Glanz als einen solchen Urtheilsprozess definiren, bei welchem die einzelnen Bestandtheile einer gegebenen Mischempfindung von einandar losgelöst und für sich in der Weise vorgestellt werden, wie es der räumlichen Beschaffenheit der objectiven Eindrücke entspricht. Weit entfernt unmittelbar in der Empfindung gegeben zu sein, ist der Glanz vielmehr das Product einer Trennung der reinen Empfindung in ihre Bestandtheile vermittelst des Urtheils. Diese Trennung der Empfindung, der Mischfarbe in ihre Componenten, oder einer mittleren Helligkeit in verschiedene Helligkeitsgrade, ist es sogar, welche die wesentliche Erscheinung des Glanzes erst ausmacht. Die gleichzeitige Auffassung zweier hinter einander gelegener Gegenstände ist erst die veranlassende Ursache, noch nicht der Glanz selber, aber diese Ursache führt nothwendig zum Glanze, weil mit der Trennung der Gegenstände auch die Trennung ihrer Farben oder Helligkeiten von einander unmittelbar gegeben ist, ja selbst wieder erst durch diese Trennung möglich wird.

Darin, dass wir beim Glanze genöthigt werden auf zwei differente Gegenstände, den direct gesehenen und den gespiegelten, gleichzeitig unsere Aufmerksamkeit zu wenden, liegt die Ursache, dass der Glanz in allen Fällen die deutliche Wahrnehmung stört. Diese Störung hat aber nicht ihren hauptsächlichsten Grund in der Unmöglichkeit der gleichzeitigen Accommodation für beide Bilder, denn sie besteht noch fort, wenn wir den Versuch so einrichten, dass wir gleichzeitig für beide Bilder accommodirt sind. Dies lässt sich leicht verwirklichen, wenn man aus etwas grösserer Entfernung beobachtet und das Spiegelbild nicht weit hinter den spiegelnden Gegenstand fallen lässt. Hier lässt sich, namentlich bei der Beobachtung mit zwei Augen, immer noch leicht erkennen, dass beide Bilder nicht zusammenfallen, wenn auch die Zerstreuungskreise unmerklich werden: es tritt nichts desto weniger auch hier Glanz auf, und es ist die deutliche Wahrnehmbarkeit beider Bilder vermindert. Die Accommodation vermag nur unter Umständen zu dieser Undeutlichkeit der Wahrnehmung noch etwas beizutragen, aber was diese wesentlich bedingt ist die Unmöglichkeit, gleichzeitig zwei Dinge klar vorzustellen, die sich nicht in eine Vorstellung vereinigen lassen. Wir erhalten beim Glanze die Vorstellung eines Gegenstandes, der das Bild eines andern spiegelt, aber den Gegenstand deutlich aufzufassen verhindert uns das Spiegelbild, und das Spiegelbild deutlich aufzufassen verhindert uns der Gegenstand. Es kann überdies nicht anders als uns schwer

werden und nur unvollkommen gelingen, die Farben und die Helligkeiten des Gegenstandes und des Spiegelbildes zu trennen, denn sie existiren ungetrennt in unserer Empfindung; es bleibt nur dem Urtheil überlassen, dem einen und dem andern das ihr Zugehörige zuzutheilen, und dies Urtheil kann in den meisten Fällen nur ein unsicheres sein. Wo aber die Trennung sehr deutlich ist, wo die Farben und Helligkeiten der Spiegelbilder scharf erkannt werden, da hört der Glanz auf und fängt die Spiegelung an.

Gehen wir von der Betrachtung des Glanzes im Allgemeinen über zur Untersuchung des stereoskopischen Glanzes, so sehen wir für die Beurtheilung des letztern schon im Vorhergehenden die Anhaltspunkte gegeben. Der stereoskopische Glanz ist nichts anderes als eine besondere Form des Glanzes, bei welcher die Bedingungen zum Auftreten desselben besonders günstig gewählt sind. Der Grundversuch, aus welchem der stereoskopische Glanz seine Erklärung findet, ist oben schon mitgetheilt worden. Wir sahen, dass der Glanz besonders intensiv auftritt, wenn man nur in das eine Auge das Spiegelbild fallen lässt, während das andere Auge nur das scheinbar spiegelnde Object sieht. Es kommt hier das stereoskopische Sehen zum Einfluss: indem wir in dem spiegelnden Gegenstand nur mit dem einen Auge das Spiegelbild sehen, während dasselbe dem anderen Auge verdeckt bleibt, werden wir zu der Vorstellung genöthigt, dass das Spiegelbild in einer bestimmten Entfernung hinter dem spiegelnden Gegenstand liege. Wir sehen aber, dass Alles, was die räumliche Trennung beider befördert, auch die Lebhaftigkeit des Glanzes erhöht, während der Glanz verschwindet, wenn Spiegelbild und Gegenstand zusammenzufallen scheinen: das stereoskopische Sehen erzeugt in diesem Fall nur darum einen so lebhaften Glanz, weil es mehr als jedes andere Hülfsmittel jene räumliche Trennung hervorruft, während die Grundbedignung des Glanzes, das gleichzeitige Sehen des Objectes und des Spiegelbildes, erhalten bleibt.

Bei dem Glanze, den man durch Combination zweier verschiedener Farben oder von Weiss und Schwarz im Stereoskope erhält, sind die Bedingungen wesentlich dieselben wie beim letzterwähnten Versuch. Beide Augen sehen hier wie dort verschiedene Farben oder verschiedene Helligkeiten. Ein und derselbe Gegenstand kann aber nur dann beiden Augen in verschiedener Farbe oder sehr verschiedener Helligkeit erscheinen, wenn das eine Auge in demselben ein Spiegelbild sieht, das dem andern Auge verdeckt ist. Die Erscheinung,

die wir auf diese Weise im Stereoskop den Augen darbieten, ist nicht eine völlig neue und nur durch diesen künstlichen Versuch realisirbare, sondern der stereoskopische Versuch wiederholt lediglich Bedingungen, die in der Natur uns schon häufig begegnet sind. Der stereoskopische Glanz verhält sich zum binokularen Glanz beim freien Sehen genau ebenso, wie das durch stereoskopische Combination zweier ebener Projectionen erzeugte Relief zu dem mit freien Augen binokular gesehenen Körper. Das binokulare Sehen befördert die Erscheinung des Glanzes ähnlich wie die Erscheinung der Körperlichkeit, ja es befördert die erstere durch die letztere, indem die Lebhaftigkeit des Glanzes von der Verlegung des Spiegelbildes hinter den spiegelnden Gegenstand abhängt. Das Stereoskop hat in beiden Fällen genau dieselbe Bedeutung: es ist hier wie dort das Instrument, welches uns ermöglicht, mittelst Flächenprojectionen die Bedingungen von Erscheinungen nachzuahmen, deren Vorkommen in der Natur auf der körperlichen Ausdehnung der Gegenstände und den verschiedenen Ansichten, die wir in Folge dessen bei naher Betrachtung mit jedem Auge von denselben gewinnen, beruht.

Der stereoskopische Glanz bedarf zu seinem Hervortreten der deutlichen Trennung der einzelnen jedem Auge gebotenen Farben oder Helligkeiten. Sobald die Wahrnehmung des einen Auges zum Uebergewicht kommt, so hört der Glanz auf, und es ist, als wenn beiden Augen die gleiche Farbe oder gleiche Helligkeit geboten werde. Ein derartiges Ueberwiegen aber veranlasst der Contrast.

Contrastirt die eine Farbe merklich lebhafter gegen den Grund als die andere, so verdrängt sie dieselbe. Der Glanz ist am lebhaftesten, wenn der Contrast beider Farben gegen ihren Grund stark und ungefähr gleich gross ist. Ausserdem wird der Glanz durch den gegenseitigen Contrast der beiden zu combinirenden Farben erhöht. Man combinire z. B. stereoskopisch Blau und Gelb. Macht man den Grund weiss, so verdrängt leicht Blau das Gelb vollständig, macht man den Grund schwarz, so verdrängt Gelb das Blau, macht man den Grund aber Grau, so erhält man einen lebhaften Glanz. Man muss also, wenn man den Grund auf beiden Seiten gleich nimmt, eine Farbe oder eine Helligkeit wählen, gegen welche die beiden zu Glanz zu combinirenden Farben ungefähr gleich stark contrastiren.

Man kann dasselbe auch erreichen, wenn man beiderseits einen verschiedenen Grund wählt, so aber, dass der Contrast mit dem Grund wieder auf beiden Seiten ungefähr gleich

lebhaft ist. Hierbei kommt aber schon der gegenseitige Contrast der zu combinirenden Farben in Betracht: wenn nämlich die Farben lebhafter contrastiren als der Grund, so geben jene Glanz und dieser nicht, wenn aber der Grund lebhafter contrastirt als die Farben, so giebt dieser Glanz und jene nicht. Es kann dabei das eine das andere durch Contrast überwiegen, auch wenn Farbenton und Helligkeit beider ganz gleich sind, es brauchen nur die zu combinirenden Objecte gegen ihren Grund scharf abgegrenzt zu sein, während dieser gleichmässig das übrige Sehfeld erfüllt, so kommen jene schon zum Uebergewicht. Man lege z. B. ein schwarzes Quadrat auf weissen Grund, ein gleich grosses weisses Quadrat auf schwarzen Grund und bringe beide zur Deckung. Sie erscheinen lebhaft glänzend, der Grund aber erscheint nicht glänzend, sondern nur beschattet.

Der Einfluss des gegenseitigen Contrastes der combinirten Farben oder Helligkeiten auf den Glanz ergiebt sich, wenn man unter sonst gleichen Bedingungen verschiedene Combinationen untersucht. Man findet so, dass, wenn die Farbentöne ähnlich sind, die Helligkeitsunterschiede bedeutend sein müssen, und dass, wenn die Helligkeiten gleich sind, die Farbenunterschiede beträchtlich sein müssen, um Glanz zu geben. So geben z. B. die stereoskopischen Combinationen von Violett und Roth, Roth und Gelb, Grün und Blau im Allgemeinen wenig oder gar keinen Glanz; aber man kann auch in diesen Fällen intensiven Glanz hervorrufen, wenn man die Farben sehr verschieden hell wählt, wenn man also entweder die eine Farbe verdunkelt, oder der andern etwas Weiss beimischt. Man kann auf diese Weise sogar Glanz durch Combination gleicher Farben hervorrufen, wenn man nur die Helligkeitsunterschiede derselben hinreichend gross macht.

Dieser gegenseitige Contrast der combinirten Farben ist aber keineswegs nothwendig zur Entstehung des Glanzes, er ist nur dann wesentlich, wenn der Contrast mit dem Grund nicht in Betracht kommt; ist aber dieser sehr bedeutend, so kann Glanz entstehen, wenn ein gegenseitiger Contrast in Wirklichkeit gar nicht vorhanden ist, wenn die zwei combinirten Farben sich vollkommen gleich sind. Man lege z. B. rechts auf schwarzen Grund einen blauen Papierstreifen, links auf grauen oder weissen Grund einen eben solchen. Nun bringe man durch Fixation eines ferner oder näher gelegenen Punktes die Streifen bis zur Berührung: es erscheint durch den Contrast mit dem Grund der dem rechten Auge angehörige Streifen sehr viel heller als der dem linken Auge angehörige

Streifen, und bringt man beide zur Deckung, so erhält man lebhaften Glanz. Man kann hier allerdings in gewissem Sinne auch sagen, der Glanz sei durch den gegenseitigen Contrast der beiden Streifen entstanden, aber dieser Contrast ist im vorliegenden Falle nicht ein directer, sondern erst durch den Contrast eines jeden Streifens mit seinem Grunde entstanden.

Der stereoskopische Glanz fordert somit immer zu seiner Entstehung Contrast der zu combinirenden Farben oder Helligkeiten. Dieser Contrast kann aber auf doppelte Weise entstehen: entweder unmittelbar dadurch, dass die combinirten Objecte mit einander contrastiren, oder mittelbar dadurch, dass jedes der combinirten Objecte in verschiedener Weise mit seinem Grund contrastirt. Eine dieser Bedingungen kann zur Hervorrufung des Glanzes genügen, in den meisten Fällen aber wirken beide zusammen. Der Contrast mit dem Grund endlich ist für die Erscheinung noch insbesondere deshalb von Wichtigkeit, wril nur dann Glanz entsteht, wenn beide Objecte ungefähr gleich stark durch diesen Contrast gehoben und dadurch der Wahrnehmung aufgedrängt werden.

Dies sind die Grundbedingungen des stereoskopischen Glanzes. Man sieht, dass sie in ihrem Endziel auf ein ähnliches Resultat hinauslaufen wie die Bedingungen, die wir für das Sehen des Glanzes mit freiem Auge festgestellt haben. Die erörterte Wirkung des Contrastes hat offenbar nur die Bedeutung, dass sie die zwei mit dem rechten und linken Auge gesehenen Objecte gleichzeitig der Wahrnehmung aufzwingt. Wir sind aber genöthigt, wenn in dieser Weise beiden Augen Objecte verschiedener Farbe und Helligkeit geboten werden, dieselben nach den allgemeinen Gesetzen des stereoskopischen Sehens zu beurtheilen, und so entsteht die binokulare Wahrnehmung eines glänzenden Gegenstandes.

2. Ueber den binokularen Contrast.

Es ist im Vorigen bereits mehrfach erwähnt worden, dass zwei beiden Augen dargebotene Farben oder Helligkeiten bei weitem nicht immer in der erörterten Weise zur Wahrnehmung von Glanz Veranlassung geben, sondern dass sehr häufig die Empfindung der einen Netzhaut dergestalt das Uebergewicht erlangt, dass sie die der andern vollständig oder nahezu vollständig verdrängt. Es lässt sich darthun, dass dieses Ueberwiegen der einen Netzhautempfindung über die andere immer durch Ursachen bedingt ist, die den Erscheinungen des Contrastes im monokularen Sehen analog sind.

Wir bezeichnen daher alle hierher gehörigen Phänomene als binokularen Contrast.

Die wesentliche Bedingung zur Entstehung des binokularen Contrastes ist aus den vorangegangenen Untersuchungen ersichtlich. Wir sehen, dass der stereoskopische Glanz und der binokulare Contrast in einem Wechselverhältnisse zu einander stehen: bei stereoskopischer Combination verschiedener Farben und Helligkeiten ist immer entweder Glanz oder Contrast vorhanden, ein Drittes aber giebt es nicht. Es zeigte sich nun, dass der stereoskopische Glanz die Bedingung einer annähernd gleichen Stärke der Wahrnehmung jedes einzelnen Auges verlangte, die Hebung zu gleicher Stärke wurde aber erzeugt theils durch den Contrast jedes einzelnen Objectes mit seinem Grund, theils durch den gegenseitigen Contrast der Objecte: je stärker dieser Contrast, um so lebhafter war auch der erzeugte Glanz. In allen Fällen nun, wo jene Bedingung gleicher Hebung durch den Contrast nicht realisirt ist, sondern wo das eine Object sich stärker als das andere zur Wahrnehmung drängt, da bringt das stärker gehobene Object das schwächere ganz oder nahezu zum Verschwinden.

Dies ist die erste und häufigste Form des binokularen Contrastes. Eine zweite Form, die dem monokularen Contraste näher steht, besteht darin, dass die Empfindung der einen Netzhaut die der andern in einer Weise modificirt, wie es dem allgemeinen Gesetz des Contrastes entspricht. Hier wird nicht die eine Wahrnehmung von der andern verdrängt, sondern sie wird nur durch dieselbe verändert, aber sie wird nicht so verändert, wie dies bei der gleich starken Hebung beider Wahrnehmungen geschieht, wo Glanz entsteht, sondern auch hier prävalirt die eine Wahrnehmung über die andere, aber nicht so, dass sie dieselbe scheinbar verdrängt, sondern so, dass sie durch den Contrast zu ihr merklich verändert wird.

Die erste Form des binokularen Contrastes, die Verdrängung durch Contrast, erhält man leicht, wenn man zwei Objecte binokular vereinigt, von denen die Farbe oder Helligkeit des einen durch Contrast bedeutend mehr gehoben wird als die des andern.

Die einfachste Methode, nach diesem Princip Verdrängung zu erhalten, ist die, dass man einen begrenzten farbigen Streifen mit seinem eigenen andersfarbigen Grunde zur Deckung bringt. Man lege z. B. ein gelbes Quadrat auf blauen Grund und bringe dasselbe mit seinem Grund zur binokularen Deckung: das Gelb wird durch die Beimischung von Blau im anderen

Auge nicht merklich verändert. Man lege ferner zwei gelbe Quadrate auf blauen Grund und erzeuge von denselben Doppelbilder; zwei dieser Doppelbilder lasse man zusammenfallen, während man die andern beiden getrennt erhält. Man hat dann in der Mitte ein Quadrat von binokularem Gelb, und rechts und links ein gelbes Quadrat, das im andern Auge blauer Grund deckt: hier erscheint nun das binokulare Gelb merklich gesättigter als das Gelb, das mit Blau zusammenfällt. Aber auch dieser Unterschied in der Sättigung der Farbe ist nur ein solcher, der sich auf die gleichzeitige Vergleichung bezieht. Schliesst man abwechselnd das eine Auge und öffnet es wieder, so ist man nicht im Stande zu sagen, ob das monokular betrachtete Gelb dem binokularen Gelb oder dem Gelb, das mit blauem Grund zusammenfällt, gleich ist. Auch der Unterschied zwischen diesen beiden beruht somit lediglich auf einem simultanen Contrast und nicht auf scharf ausgeprägten Verschiedenheiten, die sich noch in der Erinnerung zur Vergleichung benutzen lassen.

Man kann ferner Verdrängung der einen Farbe durch die andere dadurch erzielen, dass man den Contrast beider gegen ihren Grund von verschiedener Stärke wählt. Nimmt man zwei begrenzte farbige Streifen von gleicher Grösse, so lässt sich bei binokularer Vereinigung derselben, je nach dem Grund, auf dem man vereinigt, Verdrängung entweder der einen oder der anderen Farbe erzielen. Hierbei stellt es sich zugleich heraus, dass, wenn man den Grund beiderseits verschieden wählt, diese Verschiedenheit aber durch binokulare Vereinigung wieder ausgleicht, trotzdem der Contrast zu dem Grunde ganz so bleibt, wie es dem Verhältniss der Farbe zu ihrem Grunde im monokularen Sehen jederseits entspricht.

Die letzterwähnte Unabhängigkeit des binokularen Contrastes von der binokularen Ausgleichung der Unterschiede des Grundes lässt sich durch folgenden Versuch nachweisen. Man lege neben einander ein schwarzes und ein weisses oder ein graues Quadrat von gleicher Grösse und bringe auf jedes einen blauen Papierstreifen; man lege diesen aber nicht auf entsprechende Stellen beider Quadrate, sondern den einen mehr nach aussen, den andern mehr nach innen, so dass, wenn sich die Quadrate binokular decken, die Streifen nicht gleichfalls zusammenfallen, sondern neben einander gelegen sind. Bringt man nun die Quadrate zur Deckung, so erscheint das vereinigte Feld lebhaft graphitglänzend, und auf demselben sieht man einen hellblauen und einen dunkelblauen Streifen; der erstere entspricht dem Auge mit dem schwarzen

Grund, der letztere dem Auge mit dem weissen oder grauen Grund. Man sieht also hier auch noch im binokularen Bilde die Contrastunterschiede, die durch die Verschiedenheit des Grundes entstehen, obgleich diese Verschiedenheit selber durch die binokulare Deckung verschwunden ist. Dieser Versuch ist daher sehr geeignet, um zu beweisen, dass beim binokularen Sehen die auf jedes einzelne Auge stattfindenden Eindrücke getrennt zur Wahrnehmung gelangen.

Der Einfluss des Contrastes der Farben mit ihrem Grund auf ihre binokulare Verdrängung ist sehr empfindlich. Man kann hier abwechselnd bei denselben Farben Glanz oder Verdrängung der einen und der andern Farbe erhalten, wenn man nur ganz geringfügige Veränderungen mit der Helligkeit des Grundes vornimmt. Schon eine leise Veränderung der Beschattung hat oft diesen Erfolg. Bringt man z. B. einen gelben und blauen Streifen zur binokularen Deckung, so verdrängt Blau das Gelb, wenn man die Streifen auf weissem Grund anbringt und den Versuch im Tageslicht anstellt, es verdrängt hingegen Gelb das Blau, wenn man den Versuch in der Dämmerung macht; Glanz endlich entsteht nur bei einer mässigen Beschattung, in der beide Farben gleich stark gehoben werden. Dasselbe Resultat wie durch den Wechsel der Beleuchtung erhält man, wenn man unmittelbar den Grund zuerst weiss, dann schwarz und zuletzt grau wählt: bei weissem Grund wird Gelb, bei schwarzem Grund Blau verdrängt, und bei grauem Grund entsteht Glanz.

Ebenso verhalten sich die Combinationen anderer Farben. Bringt man Roth und Grün auf weissem Grunde zur Deckung, so überwiegt Roth, auf schwarzem Grunde überwiegt Grün. Bei Roth und Gelb auf weissem Grunde überwiegt Roth, auf schwarzem Grunde Gelb. Glanz entsteht in beiden Fällen auf mässig beschattetem oder grauem Grunde. Selbst wenn man die zu combinirenden Farben so wählt, dass sie sowohl auf hellem als auf dunklem Grunde Glanz geben, überwiegt beide Male in dem Glanz eine der Farben, und der Glanz ist dann zugleich minder lebhaft; denn der lebhafteste Glanz entsteht immer erst, wenn keine Farbe sich stärker hervordrängt. So geben z. B. Roth und Blau sowohl auf weissem wie auf schwarzem Grunde einen dunkeln Sammtglanz, auf weissem Grunde überwiegt Blau, auf schwarzem Grunde Roth, und von der andern Farbe bemerkt man jedesmal nur einen schwachen Schimmer.

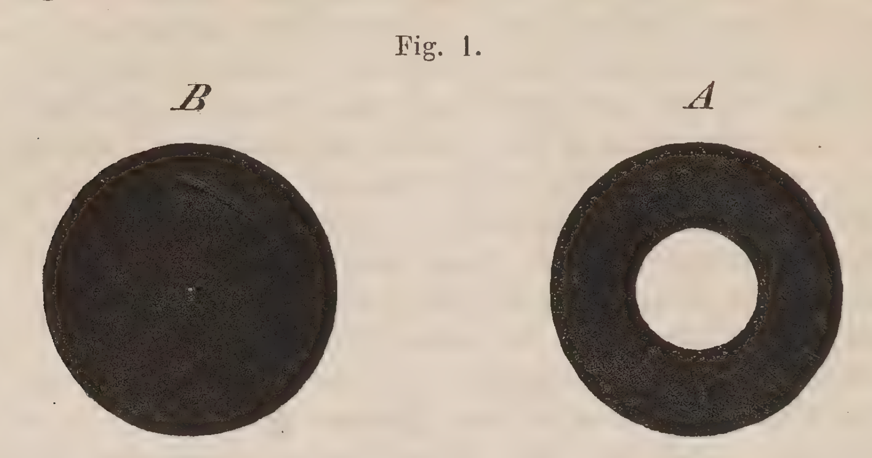
Die Verdrängung durch den Contrast ist um so vollständiger, je grösser die subjective Verschiedenheit der zu ver-

einigenden Farben ist. So verdrängen sich Gelb und Blau, Grün und Gelb, Grün und Roth, Roth und Blau, Violett und Gelb meistens gänzlich, so dass man nur noch die verdrängende Farbe zu sehen glaubt. Anders verhält es sich, wenn sich die combinirten Farben subjectiv näher stehen, wie Grün und Blau, Violett und Blau, Roth und Violett, auch Roth und Gelb. Hier beobachtet man, wenn die Farbentöne und Helligkeiten geeignet gewählt sind, immer eine Veränderung der Farbe im Sinn der Mischung, aber keineswegs eine reine Farbenmischung, sondern auch hier bleibt immer noch der Contrast mit dem Grund massgebend und veranlasst, dass entweder die eine oder die andere Farbe mehr in den Vordergrund tritt. Vereinigt man z. B. ein dunkles Violett und ein helles Blau auf weissem oder grauem Grunde, so überwiegt das Violett, aber das Blau ist nicht ganz verdrängt, sondern das gesehene Violett nähert sich dem Indigblau. Dieselben Farben auf schwarzem Grunde geben ein fast ganz reines Blau, mit nur wenig Beimischung von Violett. In allen diesen Fällen von Mischung sich sehr nahe stehender Farben beobachtet man, wie schon früher bemerkt wurde, keinen oder nur einen sehr schwachen Glanz; zugleich ist die gesehene Mischfarbe meistens viel dunkler als jede der combinirten Farben: dies ist am auffallendsten bei der Vereinigung von Grün und Blau; wenn man von beiden ziemlich helle Farbentöne wählt, so geht nichts desto weniger aus der Vereinigung entweder ein sehr dunkles Grün oder ein sehr dunkles Blau hervor.

Auch hier richtet sich, wie man sieht, die Stärke des Contrastes der Farben nicht nach ihrer Stellung im Spektrum, sondern lediglich nach jener subjectiven Verschiedenheit, die wir schon auf die Entstehung des Glanzes von so grossem Einflusse fanden. So kommt es, dass selbst Schwarz und Weiss, die nur Helligkeitsunterschiede sind, zu den stark contrastirenden und daher stark verdrängenden Combinationen gehören. Man biete dem einen Auge eine durchaus schwarze Kreisfläche, dem andern eine Kreisfläche von gleicher Grösse, deren peripherischer Ring schwarz, und deren Centrum weiss ist, Fig. 1. Bei der Vereinigung glaubt man blos die Figur A vor sich zu haben, d. h. der centrale weisse Kreis von A vereinigt sich nicht mit dem entsprechenden Stück von B zu Grau oder zu Glanz, sondern er verdrängt dasselbe durch Contrast vollständig. Wir haben in diesem Versuch einen Fall von Contrast mit dem eigenen Grunde vor uns, wie er oben schon an einem Versuchsbeispiel erläutert worden ist.

Der Contrast tritt aber gleich lebhaft auf, wenn man den Grund, auf dem die kleine weisse Kreisfläche liegt, von beliebiger anderer Farbe wählt: das Schwarz der Figur *B*,

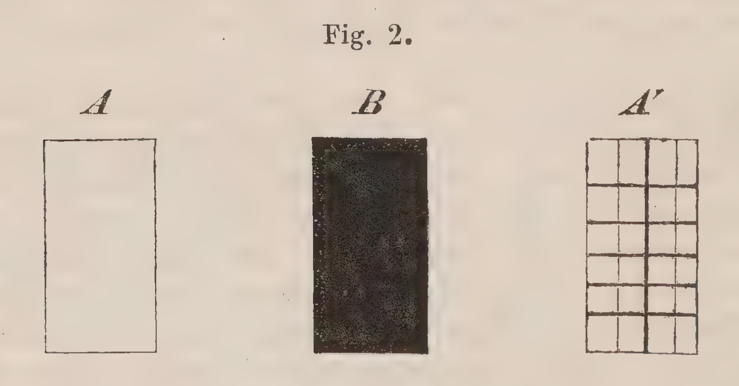
Fig. 1.



das von dem weissen Kreis gedeckt wird, ist in allen Fällen, wo man diesen kleiner als den schwarzen Kreis nimmt, vollkommen ausgelöscht.

Derselbe Versuch lässt sich auf folgende Weise modificiren. Man nehme einen weissen und schwarzen Streifen von gleicher Grösse, *A* und *B* Figur 2, und lege dieselben auf grauen oder weissen Grund: vereinigt geben sie lebhaften Graphitglanz. Nun bringe man in *A* eine Zeichnung mit schwarzen Linien an, wie dies in *A'* ausgeführt ist: vereinigt man *A'*

Fig. 2.



und *B*, so verdrängt *A'* vollständig den schwarzen Streifen *B*. Diese Verdrängung geschieht hier, wie im vorigen Versuch, durch den Contrast der binokular schwarz gesehenen Theile der Zeichnung gegen die Theile, welche nur dem einen Auge schwarz erscheinen.

Es gehört hierher noch folgender Versuch. Man combinire zwei farbige Papierstreifen auf andersfarbigem Grunde, wobei der eine breiter ist als der andere: es verdrängt dann

die Farbe des schmäleren Streifens die des breiteren wo beide sich decken und man Glanz erwarten sollte. Man combinire z. B. Gelb und Violett auf weissem Grunde. Macht man beide Streifen gleich gross und lässt sie sich vollständig decken, so erhält man Glanz. Macht man aber den gelben Streifen etwas breiter, so dass der weisse Grund noch zum Theil von demselben gedeckt wird, so verschwindet an der Stelle, wo die Streifen sich decken, der Glanz, und das Violett überwiegt. Macht man umgekehrt den violetten Streifen breiter, so überwiegt an der Stelle der Deckung das Gelb.

Complicirter aber im Wesentlichen ähnlich gestaltet sich der Versuch, wenn man beide Streifen gleich gross macht, aber die Convergenz so stellt, dass sie nicht vollständig zur Deckung kommen. Auch hier wird an der Stelle, wo beide Streifen sich decken, der Glanz ausgelöscht und die eine Farbe kommt zum Uebergewicht; aber welche von beiden, dies ist in diesem Fall nicht wie im vorigen von vornherein bestimmt. Sind beide Farben von verschiedener Helligkeit, so verdrängt auf hellem Grunde die hellere Farbe immer die dunklere, auf dunklem Grunde aber die dunklere Farbe die hellere. Stehen sich die Farben aber an Helligkeit ziemlich gleich, so beobachtet man einen Wechsel in der Verdrängung, indem an der Deckungsstelle bald die eine, bald die andere Farbe mehr vortritt. So wird z. B. bei der Combination von Gelb und Blau auf weissem Grunde das Blau verdrängt, bei der Combination derselben Farben auf schwarzem Grunde wird das Gelb verdrängt; bei der Combination von Grün und Blau überwiegt bald das eine bald das andere. Sind sich ferner die Farben subjectiv ähnlich, so ist die Verdrängung keine vollständige, sondern die überwiegende Farbe behält einen Farbenschimmer von der verdrängten. Was bei allen diesen Versuchen noch auffallend hervortritt, ist, dass die verdrängte Farbe überall da, wo sie von der andern nicht gedeckt wird, vollkommen durchsichtig erscheint, vorzüglich in der Nähe der Deckungsstelle, so dass hier unmittelbar der Grund, mit dem sie sich binokular deckt, durch sie hindurchgesehen wird; weiter von der Deckungsstelle weg hört allmälig die Durchsichtigkeit auf, und es tritt die Farbe selber wieder über den Grund hervor. Diese Durchsichtigkeit ist nur bei der verdrängten Farbe vorhanden, die überwiegende Farbe erscheint an der Stelle, wo sie sich mit dem Grunde binokular deckt, ebenso gesättigt und undurchsichtig wie an der Deckungsstelle mit der verdrängten Farbe oder wie bei monokularer Betrachtung. Es erklärt sich hieraus die mit den

Gesetzen des binokularen Contrastes scheinbar in Widerspruch stehende Thatsache, dass die helle Farbe auf dunklem Grunde und die dunkle Farbe auf hellem Grunde verdrängt wird. Wir können nur dann die Vorstellung des Sehens der einen Farbe durch die andere erhalten, wenn beide von ziemlich verschiedener Helligkeit sind, wir können einen dunklen Grund nur durch eine helle Farbe, und einen hellen Grund nur durch eine dunkle Farbe hindurchsehen. Wenn wir also z. B. ein helles Gelb und ein dunkles Blau auf weissem Grund combiniren, so könuen wir den weissen Grund nicht durch das Gelb hindurchsehen, weil beide sich an Helligkeit zu nahe stehen, als dass wir sie in directes und durchgesehenes Licht zu trennen vermöchten, wohl aber können wir den weissen Grund durch das Blau, oder den schwarzen Grund durch das Gelb hindurchsehen. Die Verdrängung, die in diesen Versuchen hervortritt, ist also eine ganz andere, als die oben erörterte Verdrängung durch Contrast, die auf dem ungleichen Contrast jeder Farbe mit ihrem Grunde beruht. Während jene erste Form der Verdrängung zur nothwendigen Bedingung nur jenen ungleichen Contrast beider Farben mit ihrem Grunde hatte, während die Farben selber unter Umständen sich sehr ähnlich sein konnten, sehen wir hier als wesentliche Bedingung den Contrast der beiden Farben selber gegeben: wir können daher diese zweite Form gegenüber der Verdrängung durch Contrast mit dem Grunde als Verdrängung durch Eigencontrast bezeichnen. Die Verdrängung durch Eigencontrast entsteht also, wenn die combinirten Farben oder Helligkeiten mit einander contrastiren, und es wird bei ihr immer diejenige Farbe oder Helligkeit verdrängt, die im stärksten Contrast mit dem Grunde steht. Es tritt aber diese Art der Verdrängung nur dann auf, wenn die combinirten Objecte sich nicht vollständig decken, sondern wenn ein Theil mit dem Grunde zusammenfällt. Auch bei dieser Verdrängung ist somit die Beschaffenheit des Grundes von Einfluss, aber von einem secundären Einfluss, der erst zur Wirksamkeit gelangt, wenn ein erheblicher Eigencontrast vorhanden ist. Dadurch kommt es endlich, dass hier der Einfluss des Grundes von einer der gewöhnlichen gerade entgegengesetzten Art ist.

Es schliesst sich die Verdrängung durch Eigencontrast in ihrer ursächlichen Entstehung unmittelbar an den stereoskopischen Glanz an. Der stereoskopische Glanz erfordert zu seinem ungestörten Hervortreten vollständige Deckung und Contrast der combinirten Objecte. Ist beides vorhanden, und ist der

verschiedene Contrast mit dem Grund nicht von merklicher Einwirkung, so entsteht unter allen Umständen Glanz. Man kann diesen Glanz häufig schon dadurch zum Verschwinden bringen, dass man die vollständige Deckung der Objecte aufhebt. Wie man beim Glanz das eine Object durch das andere zu sehen glaubte, so glaubt man jetzt, durch eines der Objecte theils ein Stück des Grundes, theils ein Stück vom andern Object zu sehen, und es erscheint hierbei naturgemäss dasjenige Object durchsichtig, das mit dem Grund am meisten contrastirt. Der Glanz aber wird bei diesem Versuch aufgehoben, weil — wie wir bei der Untersuchung des Glanzes sahen — dieser immer verschwindet, wenn das Spiegelbild sich über das spiegelnde Object ausdehnt.

Auf den bisher betrachteten Thatsachen beruht ein Phänomen, das von allen Erscheinungen, die bei der binokularen Combination von Farben auftreten, schon am längsten bekannt ist, ohne bis jetzt eine genügende Erklärung gefunden zu haben. Es ist dies der sogenannte Wettstreit der Sehfelder. Man versteht darunter das abwechselnde Verdrängen der Gesichtsempfindung des einen Auges durch die Gesichtsempfindung des andern. Der hierdurch bedingte Wechsel der Empfindungen tritt scheinbar so ohne alle äussere Ursache auf, dass es nahe lag, dabei an einen Einfluss der Vorstellungen oder der Aufmerksamkeit des Beobachters zu denken. Ein solcher Einfluss ist in der That von fast allen Beobachtern statuirt worden: man glaubte, die Aufmerksamkeit auf irgend eine der zwei Empfindungen vermöge die andere zu verdrängen, und ein absichtliches oder unwillkürliches Ueberspringen der Aufmerksamkeit bedinge dann den Wechsel der Empfindung. Von Fechner ist dagegen neuerdings nachgewiesen worden, dass ein solcher Einfluss der Aufmerksamkeit nicht besteht, dass derselbe jedenfalls für die Art des Wechsels gänzlich bedeutungslos ist. Wenn überhaupt die Aufmerksamkeit die Wettstreitsphänomene beeinflusst, so geschieht dies nach Fechner's Versuchen nur insofern, als dieselbe veranlasst, dass überhaupt eine Veränderung geschieht, ohne aber die Richtung dieser Veränderung zu bestimmen.*) Man kann sich leicht überzeugen, dass in sehr vielen Fällen der Wettstreit vollkommen unwillkürlich auftritt; man bekommt oft den Wechsel, wenn man das combinirte Bild anstarrt, ohne

*) Fechner, Ueber einige Verhältnisse des binokularen Sehens. Abhandlungen der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, 1860, S. 401.

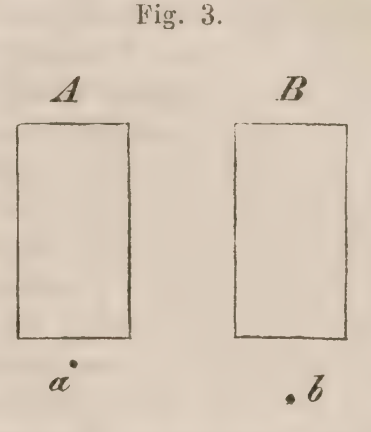
an ihn zu denken, ohne überhaupt irgend eine Aufmerksamkeit auf die Gesichtsempfindung zu richten. In den Fällen aber, wo die Aufmerksamkeit wirklich von einem sichtlichen Einflusse ist, da gelangt sie zu diesem wahrscheinlich immer nur auf mittelbarem Wege. Ein Moment, das nachweisbar sehr häufig in Folge der Aufmerksamkeit in Wirkung tritt, und das, wie ebenfalls nachgewiesen werden kann, direct auf den Wettstreit von Einfluss ist, sind die Augenbewegungen. Man kann leicht beobachten, dass eine plötzliche Anspannung der Aufmerksamkeit in diesen Versuchen sehr oft, vielleicht fast immer, von einer schwachen zuckenden Bewegung der Augen begleitet ist. Im Moment wo diese Bewegung geschieht, tritt der Wechsel im Sehfelde ein und bleibt entweder einige Zeit, oft so lange bis eine neue Aufmerksamkeitsspannung erfolgt, oder er vergeht sehr rasch wieder und macht dem früheren Eindrucke Platz. Wir werden nun weiter unten zeigen, wie die Augenbewegungen bei dem Wettstreit zusammengesetzter Wahrnehmungen in Rücksicht fallen, indem sie immer diejenige Wahrnehmung zum Uebergewicht bringen, deren Begrenzungen der Richtung der Augenbewegungen entsprechend sind. Auch hier, wo es sich um den Wettstreit einfach begrenzter Objecte von verschiedener Farbe oder Helligkeit handelt, lässt ein solcher Einfluss sich nachweisen, und die nähere Beschaffenheit desselben ist in den obigen Erörterungen über die Verdrängung durch Contrast schon bestimmt.

Der Wettstreit der Sehfelder ist nämlich nichts anderes als ein Wechsel zwischen der Verdrängung durch Contrast mit dem Grund und der Verdrängung durch Eigencontrast. Beide Verdrängungen sind, wie wir sahen, entgegengesetzter Art: bei der einen dominirt diejenige Empfindung, die am lebhaftesten mit dem Grund contrastirt, bei der andern dominirt umgekehrt diejenige Empfindung, die am wenigsten lebhaft mit dem Grund contrastirt. Die Verdrängung durch Contrast mit dem Grund entsteht, wenn beide Objecte sich vollständig decken, die Verdrängung durch Eigencontrast tritt auf, wenn diese Deckung nur eine theilweise ist. Der eigentliche Grund für den Wettstreit liegt daher in der Bewegung des Auges: sobald die Augen eine geringe Aenderung der Convergenz machen, wodurch die vorhandene Deckung der Objecte aufgehoben oder die vorher nicht vorhandene bewirkt wird, so tritt der Wechsel der Empfindungen ein.

Der Beweis für diese Erklärung des Wettstreites der Sehfelder liegt in Folgendem. Zunächst lässt sich nachweisen, dass der Wechsel im Sehfeld immer von der Bewegung des

Auges abhängig ist. Man nehme zwei gleich grosse Streifen farbigen Papiers, A und B Fig. 3, der Streifen A sei dunkelblau, der Streifen B hellgelb, und beide lege man auf weissen Grund. Es verdrängt dann, wenn der Contrast mit dem Grund zur Wirksamkeit kommt, der blaue den gelben, wenn der Eigencontrast zur Wirksamkeit kommt, der gelbe den blauen Streifen. Man bekommt daher Wettstreit der Sehfelder. Man bringe nun unter jedem Streifen, der Mitte seiner Grundlinie entsprechend, einen feinen Punkt an, a und b, lege aber den Punkt b etwas tiefer als a, damit beide, wenn A und B vereinigt werden, nicht gleichfalls zur Deckung kommen, sondern über einander gelegen sind. Vereinigt man jetzt die beiden Streifen, so hat man an den über einander gelegenen Punkten einen sicheren Massstab für jede Schwankung der Sehaxen. Man bemerkt bei diesem Versuch sogleich, wie unmöglich es ist, eine längere Zeit hindurch vollkommen fest zu fixiren. Sehr bald gerathen die Sehaxen in zitternde Schwankungen, die sich an entsprechenden Bewegungen der beiden Punkte gegen einander verrathen, und immer hat sich nach kürzerer oder längerer Zeit die Convergenzstellung so geändert, dass die Objecte sich nicht mehr vollständig decken können. Corrigirt man dann die Augenstellung wieder, so beginnt derselbe Verlauf von Neuem. Durch ähnlich angebrachte Punkte zur einen Seite jedes Streifens überzeugt man sich ebenso von den Schwankungen in verticaler Richtung, die durch diese Aenderungen der Kopfstellung veranlasst werden. — Man beobachtet bei diesem Versuch, dass, so lange die Augenstellung vollkommen ungeändert bleibt, auch kein Wechsel im Sehfelde eintritt, selbst geringgradigere Schwankungen der Sehaxen führen diesen meistens noch nicht herbei, dagegen ist er augenblicklich da, wenn die Convergenzänderung erheblicher ist, oder wenn, durch eine Schwankung des Kopfes, eine Verschiebung in verticaler Richtung erfolgt. Es ergiebt sich zugleich bei diesem Versuch, dass die mit dem Grund contrastirende Farbe, also im vorliegenden Fall Blau, die verdrängende ist, wenn die Streifen sich vollständig decken, d. h. wenn sowohl die horizontalen als die verticalen Merkpunkte die gleiche Richtung haben, dass hingegen die nicht mit dem Grund contrastirende Farbe die verdrängende ist,

Fig. 3.



wenn die vollständige Deckung aufgehoben wurde, wenn also die Merkpunkte schräg gegen einander verschoben sind. Zu dem hier beispielsweise gebrachten Versuch führe ich noch an, dass man bei starker Beleuchtung beobachten oder das Gelb sehr hell und das Blau sehr dunkel wählen muss, weil sonst bei der Deckung der Streifen keine vollständige Verdrängung sondern Glanz entsteht, indem das Blau durch das nicht ganz verschwundene Gelb hindurch gesehen wird. Uebrigens sind wohl die meisten Fälle von Wettstreit der Sehfelder solche, bei welchen die Verdrängung durch Eigencontrast abwechselt mit einer derartigen nicht ganz vollständigen Verdrängung durch Contrast mit dem Grund, bei welcher noch Glanz besteht, aber so schwach ist, dass er ohne besondere Aufmerksamkeit auf diese Phänomene der Beobachtung entgeht.

Ein fernerer Beweis für die gegebene Erklärung liegt darin, dass der Wettstreit nur entsteht, wenn man den Versuch so einrichtet, dass die vollständige und unvollständige Deckung der Objecte leicht abwechseln kann. Macht man das eine Object beträchtlich kleiner, so dass es auch noch bei Schwankungen der Sehaxen das andere deckt, so tritt kein Wettsreit auf. In diesem Fall bildet bei der Deckung das grössere Object den Grund des kleineren, und wird daher von diesem an der Deckungsstelle unter allen Umständen verdrängt. Aendert man nun aber die Convergenz beträchtlicher, so dass noch ein Theil des kleineren Objectes ausserhalb des grösseren zu liegen kommt, so tritt alsbald die Verdrängung durch Eigencontrast auf: es verdrängt diejenige Farbe die andere, welche am wenigsten mit dem gemeinsamen Grund beider Objecte contrastirt. Diese Farbe kann hier dieselbe sein wie die anfänglich verdrängende oder die andere. Man nehme z. B. einen hellgelben und einen dunkelblauen Streifen auf weissem Grunde: ist der gelbe Streifen der kleinere, so verdrängt er das Blau nicht nur, wenn er ganz von demselben umschlossen ist, sondern auch, wenn er nur einen Theil desselben am Rande deckt; ist aber der blaue Streifen der kleinere, so verdrängt er das Gelb, wenn er von demselben umschlossen ist, er wird aber von dem Gelb verdrängt, wenn er blos den Rand deckt. Der Grund liegt darin, dass Gelb mit Weiss weniger contrastirt als Blau, und daher, wo auf weissem Grund der Eigencontrast in Rücksicht fällt, immer das Blau verdrängt. Nimmt man schwarzen Grund, so verhält sich die Sache gerade umgekehrt.

Es ergiebt sich somit als Resultat aller Versuche, dass die Verdrängung durch Eigencontrast immer eintritt, wenn

durch Abweichung der Sehaxen die vollständige Deckung der combinirten Objecte aufgehoben wird, wobei dasjenige Object, das mit dem gemeinsamen Grund am wenigsten contrastirt, zum Uebergewicht kommt. Es ist mit Rücksicht auf diese Entstehungsweise die Bezeichnung dieser Art der Verdrängung allerdings eine mangelhafte, denn es ist ja bei ihr der Contrast mit dem Grund ebenfalls von Bedeutung, obgleich er den umgekehrten Erfolg hat als bei der ersten Art der Verdrängung. Wenn aber auch jene Bezeichnung, die nur der Kürze halber gewählt ist, nicht die Erscheinung vollständig deckt, so trifft sie wenigstens das Wesentliche derselben. Die Verdrängung durch Contrast mit dem Grund ist nämlich an sich ganz unabhängig von dem eigenen Contrast der Farben, erst der Contrast mit dem Grund bestimmt, welche Farbe die verdrängende ist. Bringen wir dagegen Objecte nicht zur vollständigen Deckung, so kommt zunächst der eigene Contrast der neben einander gelegenen Farbenstreifen zur Wirkung, und wenn dieser nicht lebhaft ist, so entsteht überhaupt keine Verdrängung. Hier ist daher ein lebhafter Eigencontrast, aber eine nicht zu grosse Verschiedenheit in der Lebhaftigkeit des Contrastes mit dem Grunde gefordert. Durch die erste wie durch die zweite Vernachlässigung wird das Gesetzliche der Erscheinung gestört: macht man den Eigencontrast zu gering, so wird die Verdrängung eine zweideutige, indem sie zwischen beiden Farben wechselt, und es treten die später zu beschreibenden Mischungsphänomene auf; überschreitet aber die Verschiedenheit im Contrast mit dem Grund eine gewisse Grenze, so wird auch hier die stärker contrastirende Farbe zur verdrängenden, es tritt Verdrängung durch Contrast mit dem Grund auf. In dem oben angeführten Beispiel von Blau und Gelb auf weissem Grund kann man den ersteren Erfolg herbeiführen, wenn man das Bild ziemlich hell wählt, den zweiten Erfolg, wenn man das Blau dunkel nimmt, aber dem Gelb viel Weiss beimischt, so dass es dem Grund sehr ähnlich wird. Man darf daher keineswegs erwarten, bei der unvollständigen Deckung der combinirten Objecte immer Verdrängung durch Eigencontrast zu beobachten: diese tritt nur auf, wenn die Bedingungen in der angegebenen Weise günstig gewählt sind.

Bei den zuletzt erörterten Verdrängungserscheinungen kann es auf den ersten Blick auffallend sein, dass das zum Uebergewicht gelangende Object in seiner ganzen Ausdehnung das andere Object verdrängt. Man könnte vielleicht erwarten, dass, wo in grösserer Breite die Objecte sich decken, nur an

den Rändern der Eigencontrast zur Wirkung gelangen dürfte, während weiter über die Fläche verbreitet sich der Contrast mit dem Grund geltend machen und daher die umgekehrte Verdrängung eintreten sollte. Wo der Eigencontrast so schwach ist, dass er nur eben noch Verdrängung veranlasst, beobachtet man in der That etwas dem Entsprechendes. Man sieht dann die in einander ragenden Ränder beider Objecte in der ihnen eigenen Farbe, während an den übrigen Deckungsstellen dasjenige Object überwiegt, das durch Eigencontrast am meisten gehoben ist. Wenn man jedoch die Bedingungen günstig wählt, so tritt hiervon nichts auf, sondern das verdrängende Object ist über die ganze Strecke der Deckung gleichmässig und hat denselben Farbenton wie da, wo es den Grund deckt. Man hat diese Thatsache, die schon mehreren Beobachtern auffiel, bisweilen auf eine nicht näher definirte Continuitätswirkung zurückgeführt. Um den Grund der Erscheinung schärfer auffassen zu können, müssen wir noch etwas tiefer in das Wesen dieser Verdrängungserscheinungen eingehen.

Es lassen sich die Verdrängungserscheinungen nicht aus irgend welchen physischen Momenten ableiten. Die physische Intensität zweier Eindrücke kann genau gleich gross sein, und doch kann der eine Eindruck den andern verdrängen, ja der verdrängende Eindruck kann sogar der weit schwächere sein. Bei der ersten Form der Verdrängung, welche die einfachere ist, kommt stets derjenige Eindruck zum Uebergewicht, der durch den Contrast mit seinem Grund am meisten gehoben erscheint. Man müsste daher, um an der Ableitung aus physischen Momenten noch festzuhalten, die Annahme machen, dass der unmittelbare physische Eindruck mitbestimmt werde durch die Eindrücke, welche auf umgebende Netzhautpartien geschehen. Auch diese letzte Ausflucht muss aber als ein für allemal widerlegt betrachtet werden durch die Untersuchungen von Helmholtz über den monokularen Contrast, auf deren Resultate wir uns hier ohne Beibringung neuer Beweise beziehen können.*) Die Verdrängung durch Contrast mit dem Grund ist eine unmittelbare Folge des monokularen Contrastes: wird durch diesen das mit dem einen Auge gesehene Object erheblich stärker gehoben als das mit dem anderen Auge gesehene, so bringt es dieses zum Verschwinden. Wir müssen, um diese Verdrängung zu verstehen, zu der durch die früheren Untersuchungen schon gebotenen Annahme zurückkehren, dass die Wahrnehmungen beider Augen ursprüng-

*) Helmholtz, Physiolog. Optik, S. 388 u. f.

lich unabhängig und getrennt von einander sind, und erst in Folge weiterer psychischer Processe mit einander combinirt werden können. Dies vorausgesetzt haben wir nun bei der Verdrängung durch Contrast mit dem Grund nur einen speciellen Fall des allgemeinen psychischen Gesetzes vor uns, dass, wenn zwei Eindrücke, die sich nicht in eine Vorstellung vereinigen lassen, auf das Bewusstsein einwirken, nur der eine derselben in der Zeiteinheit zur Auffassung gelangt. Ohne dieses Gesetz der Einheit der Vorstellung, das früher schon häufig ohne nähere Begründung behauptet, zuerst aber von den Astronomen bei dem Versuch der gleichzeitigen Auffassung von Schall- und Lichteindrücken experimentell erwiesen wurde, würden diese Verdrängungserscheinungen vollkommen unverständlich sein, sie geben daher selbst ein starkes Beweismittel für jenes Gesetz ab. Sie bilden aber den besonderen Fall des Gesetzes, wo der eine der sich zur Perception drängenden Eindrücke so sehr über den andern überwiegt, dass er bleibend zur alleinigen Auffassung gelangt.

Verschieden davon verhält sich die Verdrängung durch Eigencontrast. Sie kommt vor, wenn die combinirten Objecte mit einem Theil einander decken und mit einem Theil den gemeinsamen Grund decken. Durch die nur theilweise Deckung wird die Verdrängung durch Contrast mit dem Grund weniger leicht möglich. Wir empfangen deutlich den Eindruck beider Objecte von den Stellen aus, wo sie sich nicht decken und sind daher ziemlich gleich geneigt, jeden Eindruck sich über die Deckungsstelle fortsetzen zu lassen. Wenn daher hier noch in Folge der ungleichen Hebung durch Contrast mit dem Grund der stärkere den schwächeren Eindruck an der Deckungsstelle verdrängen soll, so muss jene Ungleichheit sehr bedeutend sein, der zu verdrängende Eindruck muss schon dem Grund sehr ähnlich sein: wenn aber dies der Fall ist, so tritt, wie wir sehen, in der That auch hier die erste Form der Verdrängung auf. Dagegen spielt bei der Verdrängung durch Eigencontrast die Vorstellung des Durchsichtigen eine wichtige Rolle. Wenn die zwei theilweise sich deckenden Objecte mit einander und auch mit dem Grund contrastiren, so aber, dass das eine dem Grund an Helligkeit nahe gleichkommt, das andere aber beträchtlich dunkler oder heller ist als der Grund, so erscheint das letztere an der Deckungsstelle durchsichtig. Wir haben hier wieder, da wo die Objecte sich nicht decken, deutlich die Vorstellung beider Eindrücke getrennt, wir sind dadurch im Stande, auch an der Deckungsstelle den combinirten Eindruck deutlich als combinirten zu

unterscheiden, wir beurtheilen denselben daher hier wieder so, wie wir ihn nach allen unseren Erfahrungen beurtheilen müssen, d. h. wir stellen uns vor, das eine Object durch das andere hindurch zu sehen, dieses wird gewissermassen zu einem farbigen Spiegel, an dem wir über der Farbe des Spiegelbildes die eigene Farbe vernachlässigen. Das Ganze ist eine Erscheinung stereoskopischer Spiegelung, wo wir mit dem einen Auge blos den Spiegel, mit dem andern Auge blos das gespiegelte Bild sehen. Warum aber ist das scheinbar spiegelnde Object immer dasjenige, welches von dem umgebenden Grund an Helligkeit sich am meisten unterscheidet, das scheinbar gespiegelte immer dasjenige, dessen Helligkeit dem Grunde am nächsten steht? Die einfache Antwort auf diese Frage scheint mir die, dass jenes Verhalten dem wirklichen Vorkommen bei weitem in der überwiegenden Anzahl von Fällen entspricht. Ein Spiegel spiegelt seine Umgebung, er kann nicht dunkles Licht reflectiren, wenn helles auf ihn fällt, oder umgekehrt. Wir werden daher, wo uns fast kein Anhaltspunkt zur Unterscheidung gegeben ist, immer urtheilen, dass dasjenige Object spiegelt, welches am stärksten gegen den umgebenden Grund contrastirt. Es ist noch hervorzuheben, dass man es hier mit einer wahren Spiegelung und nicht mit einer Glanzerscheinung zu thun hat, d. h. es wird an der Deckungsstelle das spiegelnde Object ganz übersehen, als wenn es nicht vorhanden wäre. Dass in dem vorliegenden Falle die Spiegelung nicht in Glanz übergeht, liegt jedenfalls in der unvollständigen Deckung begründet, denn man kann oft sogleich Glanz erhalten, wenn man die vollständige Deckung eintreten lässt. Die unvollständige Deckung kann nun auf zweierlei Weise das Auftreten der reinen Spiegelung begünstigen: erstens dadurch, dass der Rand des gespiegelten Objectes in dem spiegelnden scharf begrenzt erscheint, denn dies befördert die isolirte Auffassung des Spiegelbildes; zweitens dadurch, dass das scheinbar spiegelnde Object mit dem nicht spiegelnden Theil seiner Oberfläche in seiner eigenthümlichen Farbe erscheint, die nun zu dem spiegelnden Theil in Contrast tritt und dadurch die gespiegelte Farbe stärker hervorhebt. Dies scheinen die wesentlichen Ursachen zu sein, aus denen in den meisten Fällen bei unvollständiger Deckung der Objecte der Glanz verschwindet.

Der Zusammenhang der Verdrängung durch Eigencontrast mit der Vorstellung der Spiegelung giebt noch zu einer Reihe auffallender Phänomene Veranlassung, die wir kurz als Erscheinungen des Randcontrastes bezeichnen wollen. Es

sind dies Erscheinungen, die zum grössten Theil schon längere Zeit bekannt sind, für die man aber bis jetzt keine haltbare Erklärung aufzufinden vermochte.

Welcker hat zuerst einige hierher gehörige Versuche beschrieben.*) Wenn man ein in der einen Hälfte weisses, in der andern Hälfte schwarzes Papier zur theilweisen binokularen Deckung bringt, so mischen sich die Eindrücke nicht zu einem gleichmässigen Mittelton, sondern an der Grenze des durch zwei Retinen gesehenen Weiss herrscht das Schwarze vor, an der Grenze des durch zwei Retinen gesehenen Schwarz das Weisse, so dass man dort tiefes Schwarz, hier reines Weiss sieht, während in der Mitte allmäliger Uebergang stattfindet. Dasselbe findet statt bei der Combination verschieden farbiger Objecte. Wenn man ferner eine rothe Oblate auf weisses Papier legt, so wird, wenn man Doppeltsehen eintreten lässt, der weisse Grund ganz vernachlässigt, das Papier erscheint von zwei Oblaten vollständig verdeckt. Legt man aber die Oblate auf bedrucktes Papier, so scheinen ihre Doppelbilder fast über ihre ganze Fläche hin durchsichtig. Aus diesen und anderen Versuchen zieht Welcker den Schluss, dass, wenn correspondirende Netzhautstellen von verschiedenem Lichte getroffen werden, die Perception immer denjenigen Factor des Mischreizes bevorzugt, von welchem die Nachbarschaft jener Netzhautstellen frei ist: wo daher auf der einen Netzhaut ein Lichteindruck ununterbrochen fortläuft, während auf der entsprechenden Netzhautpartie des anderen Auges ein Eindruck sich abschneidet, da herrscht in der Auffassung jener abbrechende Eindruck vor.

Mehrere Erscheinungen, die in die gleiche Klasse gehören, wurden von H. Meyer beobachtet.**) Wenn man mit dem einen Auge durch eine offene Röhre auf eine helle Fläche sieht, mit dem andern Auge auf eine eben solche Fläche durch eine gleiche Röhre, die aber vorn bis auf eine kleine Oeffnung geschlossen ist, und die Gesichtsfelder beider Augen sich decken lässt, so sieht man im gemeinschaftlichen Gesichtsfeld einen hellen Fleck, der dem kleinen Loch entspricht, umgeben von einem tief dunkeln Rand, welcher gegen die Peripherie allmälig heller wird. Bietet man ferner dem einen Auge ein gleichmässig gefärbtes Object, dem andern Auge zwei an einander stossende Farben, so überwiegen diese im

---

*) Ueber Irradiation und einige andere Erscheinungen des Sehens. Giessen 1852. S. 104 u. f.

**) Graefe's Archiv für Ophthalmologie, Bd. II. 2. S. 77.

gemeinsamen Gesichtsfeld an ihrer Begrenzungsstelle, während sie weiter davon entfernt in einen mit dem Eindruck des andern Auges gemischten Farbenton übergehen. Den letzteren Versuch hat Meyer mannigfach abgeändert, indem er farbige Kreuze auf verschiedene Weise combinirte.

In ausführlicher Weise hat endlich Panum diesen Gegenstand behandelt.*) Er hebt besonders das starke Hervortreten der Contouren im Sammelbilde hervor und bringt mehrere Versuche bei, die dies sehr schlagend zeigen, im Wesentlichen aber mit den von Welcker und Meyer angeführten Versuchen übereinstimmen. Es zeigt sich überall, dass die Contouren nicht blos die Neigung haben, selber im Sammelbilde in ihrer eigenen Farbe hervorzutreten, sondern dass sie diesen Einfluss auch auf ihre unmittelbare Umgebung übertragen. Nimmt man z. B. zwei gleiche rothe Papierstreifen und legt den einen vertical auf blauen Grund, den andern horizontal auf gelben Grund, und combinirt man jetzt beide Objecte zu einem Kreuze, so überwiegt im Sammelbilde in der Umgebung des verticalen Schenkels das Blau, und in der Umgebung des horizontalen Schenkels das Gelb, und zwar so, dass die Sättigung der Farbe jedesmal gegen den Rand des Objectes abnimmt, dafür aber die Farbe eine grössere Fläche einnimmt.**)

Die Erklärungen, welche die angeführten und andere Beobachter von den Erscheinungen des Randcontrastes gegeben haben, sind sehr widerstreitend. Welcker findet die Grundursache derselben in dem Wettstreit der Sehfelder oder, wie er sich ausdrückt, „in denjenigen Organisationsverhältnissen unseres Seh- und Seelenorgans, nach welchen zweierlei Lichteindrücke, von denen jeder ein Auge gesondert trifft, durch zwei Retinen niemals zur Auffassung eines gleichmässigen, den beiden Factoren entsprechenden Mitteltons vereinigt werden.“ Der Wettstreit kann nun nach Welcker's Ansicht an jeder Stelle dadurch aufgehoben werden, dass wir willkürlich dem einen oder andern Lichteindruck unsere Aufmerksamkeit zuwenden, und dieser verdrängt dann den mit ihm streitenden der andern Retina. Dasselbe kann nun auch ohne

---

*) Physiologische Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen. Kiel 1858. S. 29 u. f.

**) Panum hat a. a. O. Fig. 27—30 sehr gute Abbildungen dieser Phänomene, die man nach der blossen Beschreibung schwer sich vergegenwärtigen kann, in Farbendruck beigegeben. Uebrigens kann der Leser sich die Erscheinung nach der gegebenen Vorschrift sehr leicht im Stereoskop verschaffen.

Zuthun unseres Willens geschehen, wenn der eine Eindruck die Veranlassung, unsere Aufmerksamkeit ihm zuzuwenden, in sich selber trägt. Dies ist aber der Fall, wenn im einen Netzhautbild eine Contour sich befindet, es wendet sich dann dieser die Aufmerksamkeit zu, „und der Wettstreit der Sehfelder ist gebannt in der jener Contour entsprechenden Region des aufgefassten Bildes.“ — Aehnlich ist die Erklärung, die H. Meyer gegeben hat. Er geht davon aus, dass in den erörterten Versuchen die beiden Augen sich an der Bildung des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes in ungleichem Grade betheiligen. Dies könnte seiner Ansicht nach nicht geschehen, wenn die Erscheinung irgend einen körperlichen Grund hätte. Die physische Erklärung würde immer nur eine mosaikartige Zusammensetzung des gemeinsamen Gesichtsfeldes aus den Eindrücken der einzelnen Augen zulassen. Es kann daher nur ein psychisches Moment, nur die durch den Contrast erregte Aufmerksamkeit sein, die hier in Betracht kommt. Auf diese führt dann Meyer auch den Wettstreit der Sehfelder zurück. Dieser tritt dann auf, wenn in keinem der beiden Gesichtsfelder etwas enthalten ist, was die Aufmerksamkeit besonders fesselt: es ist daher der Wettstreit nicht eine abwechselnde Erlahmung der beiden Netzhäute, sondern ein Alterniren der Aufmerksamkeit, die zwischen den einzelnen Gesichtsfeldern abwechselt.

Diese Hypothesen, welche auf die Aufmerksamkeit das Hauptgewicht legen, haben gegen sich, dass ein derartiger Einfluss der Aufmerksamkeit durch directe Versuche gar nicht sich nachweisen lässt. Wir haben in dieser Hinsicht oben bei einer anderen Gelegenheit die hierauf bezüglichen Versuche Fechner's sowie eigene Beobachtungen angeführt, nach welchen letzteren vermuthet werden darf, dass der Einfluss der Aufmerksamkeit in derartigen Versuchen immer ein indirecter ist, und insbesondere mittelst der Augenbewegungen erst zur Wirkung zu gelangen pflegt. Bei den hier in Betracht kommenden Erscheinungen muss nun der Ausdruck Aufmerksamkeit sogar in sehr uneigentlichem Sinne gebraucht werden, um ihn noch statuiren zu können. Es trägt der Eindruck, wie sich Welcker ausdrückt, die Veranlassung, unsere Aufmerksamkeit ihm zuzuwenden, in sich selber, d. h. unser Wille hat hier keinen Einfluss mehr, sondern wir werden unwillkürlich durch Verhältnisse, die in der objectiven Beschaffenheit der Gesichtseindrücke gelegen sind, gezwungen, den einen vor dem andern Eindruck zu bevorzugen. Es lässt mit Grund die Frage sich aufwerfen, ob es statthaft sei, den

Begriff der Aufmerksamkeit so zu dehnen, dass er auf einen psychischen Process, wie er hier gemeint ist, noch passt. Man sieht, diese wie die meisten bisher üblichen psychischen Erklärungen arbeiten noch an der Schwierigkeit, dass sie die Grenze zwischen dem bewussten und dem unbewussten Seelenleben nicht zu finden und darum die Bedeutung des letzteren für die Wahrnehmungsprocesse nicht zu würdigen verstehen. Sie gelangen zu der richtigen Erkenntniss, dass es psychische Processe sind, aber sie scheitern in der Erklärung, weil sie jeden psychischen Process als ein bewusstes und freies Denken ansehen. Gegen dieses sträuben sich die Thatsachen und führen immer wieder den nie gelingenden Versuch herbei, alle Wahrnehmung aus physischen Gesetzen zu erklären.

So bemerkte Brücke bei Besprechung der Beobachtungen H. Meyer's: es seien diese ein Beweis dafür, dass es nicht genüge, die Contrasterscheinungen einseitig von den Erregungszuständen der Netzhaut abzuleiten, sondern dass man immer die Erregungszustände des Gehirns selbst berücksichtigen müsse. In dem Versuch mit den zwei Röhren werde durch die örtliche Bestrahlung der Netzhaut des Auges, welches durch die gedeckte Röhre sieht, der Bezirk des Centralorgans, zu welchem die durch jene Bestrahlung bedingte Erregung zunächst fortgeleitet wird, so verändert, dass er weniger disponirt sei, zur Empfindung des Leuchtenden erregt zu werden, als die davon entfernter liegenden Punkte, weshalb diese auch die Erregung, die vom anderen Auge zugeleitet werde, stärker empfänden, und daher entstehe im binokularen Sehen der dunkle Hof auf hellem Felde.*)

Panum hat für alle Erscheinungen dieses Gebietes folgende Erklärung gegeben. Er glaubt annehmen zu müssen, dass Contouren physisch die Netzhaut viel stärker erregen als eine gleichmässige Grundfärbung, und zwar dass eine Contour die von ihr getroffenen Netzhauttheilchen nicht blos im Sinne ihrer Färbung stark errege, sondern dass auch die angrenzenden Netzhauttheilchen im Sinne der der Contour angrenzenden Grundfärbung stark erregt werden.

Diese letztere Erklärung ist eigentlich nur eine Beschreibung der Erscheinungen des Randcontrastes, und es ist dann, statt wirklich zu erklären, einfach nur angenommen, es verhielten sich die Eindrücke auf die Netzhaut gerade so, wie sie in der Wahrnehmung zur Erscheinung treten, wenn also

---

*) Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch. Mathem.-naturw. Klasse. Bd. VII. S. 455.

eine Contour in dieser zum Uebergewicht gelange, so sei sie eben auch ein stärkerer Netzhautreiz. Es ist in der That so wenig einzusehen, wie ein abbrechender Eindruck ein physisch stärkerer Netzhautreiz als ein continuirlicher sein soll, wenn im Uebrigen beide von gleicher Beschaffenheit sind, dass man auf jeden Versuch verzichten muss, diese Erklärung wirklich sich klar zu machen. Es lässt sich a priori sagen, dass, wenn eine physikalische Hypothese hier statthaft sein soll, nur die von Brücke aufgestellte oder doch eine ihr ähnliche die richtige sein könnte. Es könnte dann nur angenommen werden, dass jeder Reiz in seiner Umgebung die Erregbarkeit für die ihm gleichartigen Eindrücke abschwächt, und daher hier im gemeinsamen Gesichtsfeld leicht einen von ihm verschiedenen Eindruck des anderen Auges zum Uebergewicht kommen lässt. Es bedürfte zu dieser Hypothese keiner weiteren Annahme als einer allerdings weiter nicht erwiesenen physischen Wirkung der einzelnen Netzhauttheile auf einander, wodurch ein Netzhautpunkt, wenn er von einem Reize getroffen wird, die ihn umgebenden Punkte in eine Erregung versetzt, welche von einer der eigenen Erregung entgegengesetzten Beschaffenheit ist. Es scheint dann wenig erheblich, ob man diese gegenseitige Einwirkung als schon in der Netzhaut oder als erst im Gehirn stattfindend voraussetzt. Auch Fechner hat neuerdings dieser Annahme sich zugeneigt und eine Reihe neuer Beobachtungen beigebracht, die nach ihr sich deuten liessen, und auf die wir weiter unten zurückkommen werden.

Bleiben wir zunächst bei den Erscheinungen des Randcontrastes stehen, so sehen wir hier keineswegs die Thatsachen bei näherer Betrachtung mit einer derartigen Erklärung stimmen. Es bleibt nach ihr ganz unverständlich, wie die Beschaffenheit des Grundes einen wesentlichen Einfluss auf die Erscheinung ausüben soll. Wenn man Blau und Gelb, beide als gesättigte Farbentöne, auf grauem Grund zu unvollständiger Deckung bringt, so tritt Randcontrast auf, es werden die über einander ragenden Ränder beider Objecte ganz in der ihnen eigenen Farbe gesehen, diese verliert sich aber etwas entfernter vom Rande. Die Erscheinung wird nun schon wesentlich modificirt, wenn man den Grund nicht grau, sondern weiss nimmt: dann pflegt, bei geeigneter Wahl der Farbentöne, das Gelb das Blau an der ganzen Deckungsstelle zu verdrängen, und das Umgekehrte tritt ein, die Verdrängung des Gelb durch Blau, wenn man den Grund schwarz nimmt. Man müsste, um auch diese Erscheinungen noch mit der

physikalischen Hypothese zu vereinbaren, annehmen, dass jetzt ein doppelter Einfluss benachbarter Netzhautstellen auf einander sich geltend mache: einerseits der Einfluss der zur unvollständigen Deckung gebrachten Farbenerregungen auf einander, wodurch der Randcontrast entsteht, und anderseits der Einfluss der von dem Licht des Grundes herrührenden Erregung, der in diesem Fall den Randcontrast zum Verschwinden brächte. Es liesse sich dies so denken, dass das Licht des Grundes die Erregbarkeit für die eine Farbe stärker abschwächte als für die andere, es würde also in unserem Beispiel umgebendes weisses Licht die Erregbarkeit für Blau, umgebendes Dunkel die Erregbarkeit für Gelb abschwächen, d. h. es würde der Grund immer die Erregbarkeit für diejenige Farbe und Helligkeit abschwächen, mit der er am meisten contrastirt. Dies ist aber nicht vereinbar mit der für den Randcontrast gegebenen Erklärung, welche nur davon ausgehen kann, dass eine Farbe die Erregbarkeit für sich selber in ihrer Umgebung abschwäche, und welche daher erwarten liesse, dass auch bei der Einwirkung des Grundes die Farbe oder Helligkeit verdrängt werde, mit welcher der Grund am wenigsten contrastirt. Wollte man aber selbst über diesen Widerspruch sich hinwegsetzen, so würde man in Conflict gerathen mit der Erklärung, die man vom Standpunkt der physikalischen Hypothese aus von der Verdrängung durch Contrast mit dem Grund zu geben genöthigt. Diese Art der Verdrängung würde man in der That nicht anders deuten können, als indem man annähme, dass der Grund die Erregbarkeit für diejenige Farbe abschwäche, mit der er am wenigsten in Contrast steht. Es ist überhaupt von vornherein klar, dass mit der physikalischen Hypothese die Verschiedenheit der beiden Verdrängungen, und ebenso das Phänomen des Wechsels derselben, der sogenannte Wettstreit der Sehfelder, sich nimmermehr vereinigen lässt. — Wir glauben somit bewiesen zu haben, dass die physikalische Hypothese, sobald man sie auf die einzelnen Fälle anzuwenden sucht, zu unlösbaren Widersprüchen führt, welche zeigen, dass die Annahme, von der man ausging, unrichtig war.

Dagegen sind für die psychologische Theorie des binokularen Contrastes, die wir begonnen haben, alle hier erörterten Erscheinungen vollkommen verständlich. Wir haben die wesentliche Verschiedenheit der Verdrängung durch Contrast mit dem Grund und der Verdrängung durch Eigencontrast oben näher bezeichnet. An die letztere schliesst sich der Randcontrast unmittelbar als besonderer Fall an. Die Verdrängung durch

Eigencontrast führte uns auf die Spiegelung. Jene Verdrängung kam zu Stande, indem das eine der an ihrer Deckungsstelle scharf gegen einander begrenzten Objecte im andern gespiegelt erschien, wobei aus den früher angeführten Gründen immer dasjenige Object das spiegelnde war, das mit dem Grund am meisten contrastirte. Ich habe nun schon im vorigen Abschnitt bemerkt, dass, sobald uns ein Gegenstand spiegelnd erscheint, dadurch dass wir einen andern durch denselben hindurch zu erblicken glauben, das spiegelnde Ansehen sich nicht auf die Stelle beschränkt, wo die beiden Objecte, das spiegelnde und das gespiegelte, sich decken, sondern dass die ganze Oberfläche des spiegelnden Gegenstandes durchsichtig zu sein scheint. Es ist dies Verhalten vollkommen naturgemäss, da ja die Spiegelung, d. h. das Sehen eines Objectes durch ein anderes, überhaupt erst der Vorstellungsthätigkeit zukommt; wenn wir uns nun überzeugt haben, dass eine beschränkte Stelle eines Gegenstandes durchsichtig ist, so sind wir geneigt, dies alsbald auf seine ganze Oberfläche oder doch einen grösseren Theil derselben zu übertragen, namentlich wenn die Farbe und Helligkeit dieser Oberfläche uns überall gleichmässig erscheint. Dies ist nun im vorliegenden Falle realisirt; mit dem einen Auge sehen wir das gleichmässig gefärbte Object, mit dem andern sehen wir ein Object von anderer Farbe, das jenes erst nur theilweise deckt, wir bilden uns daraus eine stereoskopische Vorstellung, d. h. wir glauben dieses letztere Object in dem ersten wie in einem Spiegel, der es nur dem einen Auge sichtbar werden lässt, zu erblicken. Das mit dem ersten Auge gesehene Object erscheint uns daher an der Deckungsstelle durchsichtig, und wir abstrahiren von dessen eigener Farbe, wir abstrahiren aber von dieser Farbe leicht auch noch über die Deckungsstelle hinaus, weil die Vorstellung der Durchsichtigkeit sich über das ganze Object verbreitet. Hier aber kommt nun das Object mit der gleichmässigen Farbe des Grundes im andern Auge zu Deckung, wir sehen daher wirklich diesen Grund von dem Deckungsrand an durch das spiegelnde Object hindurch. Aber warum verdrängt nun dieser Grund nicht gleichmässig das andere Object über seine ganze Oberfläche hin, sondern warum beschränkt sich diese Verdrängung blos auf die Randstellen des scheinbar gespiegelten Objectes? Der Grund hiervon muss darin gesucht werden, dass gegen die Grenzen des scheinbar spiegelnden Objectes der Contrast desselben mit dem Grund zur Wirkung gelangt, welcher Contrast hier die Farbe des Grundes vollständig ver-

drängt. Bringen wir also z. B. ein grösseres blaues Quadrat mit einem kleineren gelben Streifen, beide auf weissem Grunde, zur Deckung, so erscheint der gelbe Streifen fast ganz gesättigt, und um denselben verbreitet sich überdies noch ein weisser Schimmer, weil die Vorstellung der Spiegelung, die durch das Sehen des gelben in dem blauen Object angeregt wurde, sich über das ganze letztere Object verbreitet; dieser weisse Schimmer verschwindet aber gegen die Grenze des blauen Objects, weil hier das mit einem Auge gesehene Blau gegen den mit beiden Augen gesehenen weissen Grund lebhaft contrastirt. Es sind also zwei wesentlich verschiedene Erscheinungen, die den Randcontrast zusammensetzen: die Spiegelung ist die Ursache, dass das kleinere Object einen Theil seines Grundes mit in das Sammelbild bringt, der Contrast mit dem Grund ist die Ursache, dass diese Wirkung sich nicht auf das ganze Sammelbild ausdehnt, sondern gegen die Grenzen desselben dem Hervortreten der Farbe des grösseren Objectes Platz macht. Man kann somit den Randcontrast als zusammengesetzt betrachten aus der Verdrängung durch Eigencontrast und aus der Verdrängung durch Contrast mit dem Grund. Die erstere ist es, die das kleinere Object nebst einem es umgebenden Theil seines Grundes in der Mitte des Sammelbildes zum Uebergewicht bringt, die letztere ist es, welche das grössere Object in der Grenze des Sammelbildes hervorhebt.

Ohne näheres Studium der Erscheinungen, auf die sie sich stützt, möchte diese Erklärung leicht auffallend erscheinen. Sollte es nicht gelingen, die Verdrängung in der Mitte wie an den Grenzen des Sammelbildes aus einer und derselben Ursache abzuleiten? Es sind aber in der That bestimmte Gründe vorhanden, beide Verdrängungen in der Weise wie es geschehen ist auf verschiedene Momente zurückzuführen.

Man könnte zunächst vermuthen, es sei der Contrast mit dem Grund, der die ganze Erscheinung bedinge. Wie der Rand des grösseren Objectes durch Contrast hervorgehoben wird, könnte man sagen, so wird dies auch mit dem Rand des kleineren Objectes der Fall sein, das im Sammelbild in dem grösseren gelegen ist, für das also dieses grössere gewissermassen den Grund bildet. Es würde aber darnach ganz und gar unverständlich sein, warum nicht blos das kleinere Object allein zum Uebergewicht kommt, sondern warum es noch den umgebenden Grund mit in das Sammelbild hereinzieht. Es würde ferner darnach nicht zu verstehen sein, warum das Hervortreten des kleineren Objectes nicht

gleichfalls auf den Rand sich beschränke. Dies ist aber niemals der Fall; auch wenn man dieses Object ziemlich gross nimmt, so dass Unterschiede im Farbenton an seiner Oberfläche noch recht wohl zu bemerken sein müssten, erkennt man nicht den geringsten Unterschied in der Färbung, während, wenn man vom grösseren Object nach der Deckung nur noch einen kleinen Saum übrig hat, an diesem die Verschiedenheit noch deutlich sich zeigt.

Ebenso wenig kann aber das ganze Phänomen auf die Vorstellung der Spiegelung zurückgeführt werden, denn es würde dann wieder unverständlich sein, warum die Spiegelung gegen den Rand des grösseren Objectes aufhört und warum nicht, wie beim Glanz, die ganze Oberfläche spiegelt. Man könnte sich hierfür höchstens noch die Deutung machen, die Grenze des scheinbar spiegelnden Objectes prävalire deshalb in der Wahrnehmung, eben weil es das Object und damit auch die Vorstellung von demselben abgrenze. Aber diese Annahme wird durch folgenden Versuch, der schlagend beweist, dass man es hier nur mit einer Verdrängung durch Contrast mit dem Grund zu thun hat, widerlegt. Man nehme ein blaues und ein weisses Quadrat von gleicher Grösse, in das letztere lege man einen kleineren gelben Papierstreifen, und beide Objecte bringe man auf grauen Grund. Bringt man jetzt die Objecte zur Deckung, so ist kein Randcontrast da, sondern man sieht den weissen Schimmer gleichmässig über das blaue Feld verbreitet, und dieses erscheint daher glänzend und nicht spiegelnd. Sowie man aber das weisse Feld etwas grösser als das blaue macht, so tritt alsbald der Randcontrast auf, indem die Grenze des blauen Objectes zum Uebergewicht gelangt.

Es ist somit der Nachweis geliefert, dass das Zusammentreffen jener beiden Bedingungen, der Spiegelungserscheinung und des Contrastes mit dem Grund, das Wesen des Randcontrastes ausmacht. Es sind, wenn man von diesem Princip ausgeht, alle vorkommenden Erscheinungen leicht zu erklären.

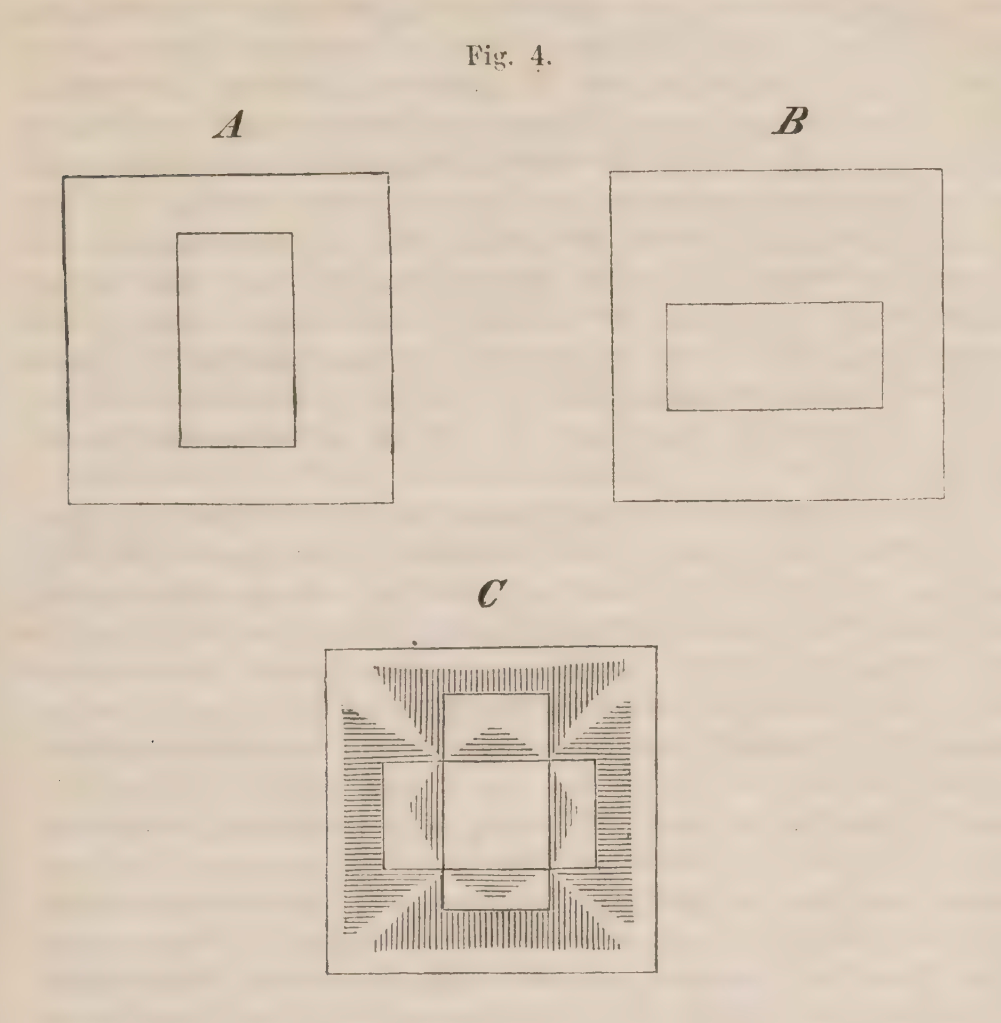
Der einfachste Versuch ist schon gelegentlich erörtert worden. Bringt man ein grösseres und ein kleineres Object binokular zur Deckung, so wird das letztere im ersteren gesehen umgeben von einem Schimmer des gemeinsamen Grundes. Die Ausdeheung dieses Schimmers ist abhängig von der absoluten und relativen Grösse der beiden Objecte. Nimmt man als kleineres Object nur einen ganz schmalen Streifen, so ist derselbe im gemeinsamen Bilde von einem Hof von geringer Ausdehnung umgeben. Dieser Hof ist am ausgedehntesten,

wenn man den Streifen ziemlich gross und das umschliessende Object so gross als möglich wählt, wenn man also den Grössenunterschied und die absolute Grösse der Objecte beide möglichst gross nimmt. Die Ausdehnung des Hofes nimmt endlich in dem Maasse ab, als man den Grössenunterschied der Objecte verringert. — Auch die früher bei der Besprechung des Eigencontrastes angeführten Versuche gehören hierher. Wenn man nämlich zwei Objecte auf gleichem Grund zu unvollständiger Deckung bringt, so ist nur der Rand des verdrängenden Objectes an der Deckungsstelle scharf abgegrenzt; das verdrängende Object erscheint durchsichtig, und es wird daher noch ein Theil des Grundes an jenem Rand in das gemeinsame Bild hereingebracht. Ist der Contrast der Objecte unentschieden, so dass die Verdrängung unvollständig geschieht, so tritt der Contrast beider an ihren über einander geschobenen Grenzen am lebhaftesten vor; jedes Object verdrängt daher das andere an seiner Randstelle und zieht an deren Umnachbarung einen Theil des Grundes in das gemeinsame Bild. In diesem Fall erscheint also das eine Object an der einen, das andere Object an der anderen Stelle durchsichtig, und der Grund erscheint das eine Mal im einen, das andere Mal im anderen Objecte gespiegelt.

Zusammengesetzter ist der Versuch, wenn man zwei Objecte auf verschiedenfarbigem Grunde zur unvollständigen Deckung bringt. Man nehme ein rothes und ein blaues Quadrat von gleicher Grösse, auf die Mitte eines jeden von beiden lege man einen gelben Streifen. Bringt man die beiden Quadrate so zur Deckung, dass die gelben Streifen nicht zusammenfallen, sondern noch eine kleine Strecke zwischen sich lassen, so sieht man, wenn das Blau rechts, das Roth links liegt, im Sammelbild den rechten gelben Streifen auf seiner rechten Seite von einem blauen Schimmer, den linken gelben Streifen auf seiner linken Seite von einem rothen Schimmer umgeben, zugleich erscheint der erstere Streifen schwach roth tingirt, der letztere schwach blau tingirt, im Zwischenraum der beiden Streifen sieht man Roth und Blau gemischt, oder vielmehr die eine Farbe durch die andere. Lässt man die gelben Streifen vollständig sich decken, so sieht man das Sammelbild derselben rein gelb, und der aus Blau und Roth vereinigte Grund erscheint glänzend. — Es schliessen sich hier unmittelbar die Versuche an, in denen man Kreuze aus gleichfarbigen Streifen auf verschiedenfarbigem Grund binokular zusammensetzt. Legt man z. B. im vorigen Versuch den gelben Streifen auf blauem Feld vertical, den

gelben Streifen auf rothem Feld horizontal, Fig. 4 *A* und *B*, so erscheint im Sammelbild *C* ein gelbes Kreuz, dessen verticaler Schenkel von einem blauen, dessen horizontaler Schenkel

Fig. 4.



von einem rothen Hof umgeben ist; der erstere Schenkel erscheint an den beiden Rändern seiner Durchkreuzungsstelle röthlich gefärbt, der letztere erscheint an den entsprechenden Begrenzungen bläulich gefärbt. Ich habe die Beschaffenheit des Sammelbildes dadurch angedeutet, dass ich in der Figur die bläulich schimmernden Partien vertical, die röthlich schimmernden horizontal schraffirte.

Es erscheint überflüssig, die Beispiele hier noch mehr zu häufen; obgleich diese Versuche in vielfältiger Weise sich variiren lassen, so bieten sie doch immer eine und dieselbe Erscheinung, nur in verschiedenen Combinationen. So wird im letzterwähnten Versuch der verticale Streifen durch den rothen Grund des anderen Auges, der horizontale Streifen durch den blauen Grund des anderen Auges gesehen, jener

zieht daher seinen eigenen blauen, dieser seinen eigenen rothen Grund mit in das Sammelbild. Ebenso verhält es sich mit den Rändern der Deckungsstelle. Am verticalen Deckungsrand erscheint das Roth durchsichtig, weil dieser dem Streifen mit dem blauen Grunde angehört, am horizontalen Deckungsrand erscheint das Blau durchsichtig, weil dieser dem Streifen mit dem rothen Grunde angehört, dort wird daher Blau, hier Roth mit in das Sammelbild hineingezogen. Wir haben also in diesen Versuchen nichts anderes vor uns als eigenthümliche Complicationen des Randcontrastes, bei denen die Vorstellung der Durchsichtigkeit auf die beiden combinirten Objecte sich erstreckt, aber auf verschiedene Theile derselben, indem immer da wo ein Bildtheil im einen Auge für einen Objectrand im anderen Auge den Grund bildet, jener durchsichtig erscheint und daher im Sammelbilde verdrängt wird.

Wir wenden uns zu der zweiten Reihe von Erscheinungen, die als Folgeerscheinungen des binokularen Contrastes betrachtet werden müssen, nämlich zu jenen Fällen, wo die Empfindung der einen Netzhaut die der anderen in solcher Weise modificirt, dass nicht die Empfindung eines Auges allein übrig bleibt, sondern dass beide Eindrücke zu einer gemeinsamen Empfindung verschmelzen, die aber von der gewöhnlichen Mischempfindung verschieden ist. Wir wollen diese Fälle zum Unterschied von den Verdrängungserscheinungen als *Veränderungen durch binokularen Contrast* bezeichnen. Eines der hierher gehörigen Phänomene, der stereoskopische Glanz, ist schon ausführlich betrachtet worden. Wir sahen, dass der Glanz immer entsteht, wenn die beiden combinirten Objecte mit einander contrastiren und zugleich annähernd gleich stark durch Contrast mit dem Grund gehoben werden. Hieran schliesst sich unmittelbar der Fall an, wo die combinirten Objecte zwar gleich stark gehoben werden, aber nur sehr wenig mit einander contrastiren. Es bleibt dann der Glanz aus, und es entstehen eigenthümliche *Mischungserscheinungen*.

Man lege neben einander als Object für das eine Auge einen orangefarbenen und indigblauen Streifen, ebenso als Object für das andere Auge einen rothen und violetten Streifen. Combinirt man beide Objecte so, dass Roth auf Orange und Violett auf Indigblau fällt, so sieht man beide Farbenpaare gemischt: das gemeinsame Bild zeigt zwei Streifen, von denen der Farbenton des einen zwischen Roth und Orange, der des anderen zwischen Indigo und Violett in der Mitte steht.

Kehrt man das eine Object um, so dass nun Violett und Orange, Roth und Blau sich decken, so bleibt die Mischung aus, und man bekommt Wettstreit oder Glanz. Nimmt man zum einen Object Roth und Orange, zum andern Violett und Blau, und lässt man das Violett und Roth und das Blau und Orange zur Deckung kommen, so combiniren sich die ersteren zur Mischung, die letzteren zum Glanz, man hat also dann die eine Hälfte des Sammelbildes glänzend und die andere nicht. — Man biete ferner dem einen Auge neben einander liegend Violett und Gelb, dem andern Roth und Orange, so dass Violett und Roth, Gelb und Orange sich decken, so erscheint wieder das Sammelbild in den Mischfarben, während, wenn man umkehrt und Gelb mit Roth, Violett mit Orange zur Deckung bringt, je nach Umständen entweder Glanz oder Wettstreit auftritt.

Es mag an diesen Beispielen genügen. Aus allen diesen Versuchen ergiebt sich als constantes Resultat, dass eine glanzlose Mischung immer dann entsteht, wenn die combinirten Farben von grosser subjectiver Verwandtschaft sind. Dabei sind aber diese Mischungserscheinungen nicht streng von dem stereoskopischen Glanze zu scheiden, denn sie gehen ohne scharfe Grenze in denselben über. Man sieht oft, wenn die Farben sich ziemlich ähnlich sind, bald Mischung, bald einen schwachen Glanz. Nur wenn die subjective Verwandtschaft der Farben sehr gross ist, bleibt der Glanz entschieden immer weg. Dabei ist aber auch hier der Ausdruck Mischung nicht im strengen Sinne zu verstehen. Er bedeutet nur, dass der Farbenton sowohl von der einen als von der andern der combinirten Farben zugemischt enthält. Namentlich weicht aber die Mischfarbe in Bezug auf ihre Helligkeit von dem Erfolg, den man erwarten sollte, bedeutend ab. Die Erfahrungen hierüber lassen sich dahin zusammenfassen, dass bei der Combination dunkler Farbentöne von geringem Helligkeitsunterschiede die binokulare Mischfarbe dunkler ist, als jede einzelne der sie zusammensetzenden Farben, und dass bei der Combination heller Farbentöne von geringem Helligkeitsunterschied die binokulare Mischfarbe heller ist als jede der Farben, die sie zusammensetzen. Dieses Gesetz gilt auch da noch, wo die Farben von grösserer Verschiedenheit sind, so dass sie Glanz erzeugen: es ist dann der Glanz dunkler oder heller als jede einzelne der Farben, die ihn zusammensetzen. Grundbedinguug der Erscheinung ist nur immer, dass man den Helligkeitsunterschied der binokularen Combination sehr gering wählt. Man vereinige z. B. ein sehr mit Weiss gemischtes

Rosa und ein ebenso mit Weiss gemischtes Gelb: das vereinigte Object ist aus beiden Farben zusammengesetzt, erscheint aber noch viel mehr mit Weiss gemischt als jedes der Objecte des einzelnen Auges. Man vereinige ferner ein dunkles Blau und ein dunkles Roth von geringem Helligkeitsunterschied: das vereinigte Object erscheint glänzend, aber in einem Glanze, der viel dunkler ist als jede der zusammensetzenden Farben.

Die Erklärung dieser Mischungserscheinungen muss von denselben Principien ausgehen, auf die wir die Theorie des Glanzes gegründet haben. Wenn beiden Augen Objecte von sehr geringer Verschiedenheit der Helligkeit und des Farbentons geboten werden, so haben wir keinen Grund, das Sammelbild in die Vorstellung zweier Gegenstände zu trennen, wie dies beim Glanze geschieht. Denn derartige geringe Verschiedenheiten kommen auch an den Gegenständen unserer täglichen Erfahrung vor, dadurch, dass nahe liegende Objecte von beiden Augen in etwas verschiedener Beleuchtung gesehen werden. Diese Beleuchtungsverschiedenheit kann nicht blos die Helligkeit der zwei Bilder verschieden machen, sondern, wenn die Lichtquelle nicht rein weisses Licht giebt, kann sie auch den Farbenton etwas abändern. Das Sammelbild aber, das sich aus den beiden Eindrücken zusammensetzt, erscheint uns dann in der Mischfarbe. Bei der stereoskopischen Combination von Objecten mit sehr geringer Verschiedenheit in Farbenton und Helligkeit geschieht nun nichts anderes als eine Wiederholung dieser uns im gewöhnlichen Sehen geläufigen Bedingungen. Wir sehen daher auch hier die Mischfarbe, aber nur so lange, als wir noch die Verschiedenheit der beiden Bilder auf solche Unterschiede der Beleuchtung zurückführen können; sobald dies nicht mehr der Fall ist, sobald wir beide Bilder auf getrennte Objecte, ein spiegelndes und ein gespiegeltes, zurückführen müssen, tritt die Erscheinung des Glanzes an die Stelle. Auch die Helligkeitsverschiedenheit des combinirten Bildes von den es zusammensetzenden Objecten, kann man sich in ähnlicher Weise erklären. Ein Gegenstand erscheint uns entweder deshalb hell, weil er selbst von heller Farbe ist, oder weil er helles Licht, das auf ihn fällt, zurückspiegelt; ebenso kann er dunkel erscheinen, weil er eine dunkle Farbe hat, oder weil er in gedämpfter Beleuchtung steht. Trifft nun beides zusammen, so wird die Vorstellung des Hellen oder Dunkeln bedeutend erhöht: im ersten Fall erscheint der Gegenstand heller als seine Beleuchtung wegen seines eigenen Lichtes, und heller als sein eigenes Licht wegen seiner Beleuchtung; das Entgegengesetzte findet

sich im zweiten Fall. Die Bedingung hierzu haben wir in unsern Versuchen, in denen das Bild des einen Auges als das Licht des Gegenstandes, das Bild des andern Auges als das Licht seiner Beleuchtung aufgefasst wird. Beide Helligkeiten mischen sich nicht, sondern sie steigern sich. Aber diese Steigerung ist ganz von unserer Vorstellung abhängig, denn sie geschieht im positiven Sinne, wenn die Lichteindrücke unserer Vorstellung hell bedeuten, und sie geschieht im negativen Sinne, wenn die Lichteindrücke für unsere Vorstellung die Bedeutung dunkel haben.

Die Mischungserscheinungen sind von ziemlich beschränktem Vorkommen, denn sie entstehen wie gesagt nur bei der Combination von Objecten, deren Farbe sich sehr nahe kommt; sobald die Verschiedenheit der letztern grösser ist, entsteht je nach Umständen entweder Glanz oder Verdrängung. Die Mischungserscheinungen bilden eigentlich nur einen Grenzfall des Glanzes, in ihren Bedingungen kommen sie mit diesem wesentlich überein, sie unterscheiden sich nur darin, dass bei ihnen eine so scharfe Scheidung des spiegelnden und des gespiegelten Objectes wegen der grossen Farbenähnlichkeit nicht möglich ist. Es wurde dies oben schon angedeutet. Die gleichen Bedingungen, die wir in dem Versuch künstlich hervorbringen, finden sich nicht selten in der Natur verwirklicht, wenn wir ein Object mit dem einen Auge in seiner eigenen Farbe sehen und gleichzeitig mit dem andern Auge in einer Farbe, die es zurückspiegelt. Es ist dies dieselbe Bedingung, die auch dem stereoskopischen Glanze zu Grunde liegt. Aber wenn das directe und das gespiegelte Licht nur von sehr geringer Verschiedenheit sind, so können dieselben nicht mehr auf verschiedene Objecte bezogen werden, wie dies zur Erscheinung des Glanzes erforderlich ist, und es entsteht daher nicht Glanz, sondern Mischung, aber eine Mischung, die von dem Glanze nicht scharf zu trennen ist, und die jeden Augenblick, sowie die Verschiedenheit der beiden Bilder um ein Weniges grösser wird, in Glanz übergehen kann.

Verwandter dem monokularen Contrast ist eine Reihe von Erscheinungen, bei denen weder Glanz noch Mischung auftritt, wo aber die Helligkeit oder Farbe, mit der das eine Auge gereizt wird, sich auf die Empfindung des andern von bestimmtem Einflusse zeigt. Dieser Einfluss kann sogar dann statthaben, wenn jene Reizung des ersten Auges gar nicht zum Bewusstsein gelangt. Wir können die hierher gehörenden Erscheinungen im Allgemeinen als Wechselbeziehungen der Gesichtsempfindungen beider Augen bezeichnen. Die

Kenntniss dieser Wechselbeziehungen verdanken wir allein dem Scharfsinne **Fechner's**, der durch eine Reihe der schönsten Versuche diese Form des binokularen Contrastes zuerst dargethan und die Grunderscheinungen dieses Gebietes festgestellt hat.*)

Wenn man die eine Netzhaut mit einer Farbe reizt, so erscheint die gleichzeitig mit gedämpftem weissem Licht gereizte andere Netzhaut in der Complementärfarbe. Lässt man die Farbenreizung aufhören, so folgt in der ersten Netzhaut ein complementäres Nachbild, in der zweiten Netzhaut eine der ursprünglichen Farbe gleiche Stimmung. Nimmt man also z. B. vor das Auge *A* ein rothes, vor das Auge *B* ein graues Glas, so sieht *A* Roth und *B* ein schwaches Grün, wenn man Doppeltsehen eintreten lässt; nimmt man das Glas vor dem Auge *A* weg, so sieht jetzt umgekehrt *A* Grün (das grüne Nachbild) und *B* ein schwaches Roth. Dabei lässt sich nachweisen, dass die dem Reize complementäre oder gleichfarbige Stimmung sich nicht auf die gereizten correspondirenden Punkte beschränkt, sondern sich über dieselben hinaus ausbreitet. Wenn man also nur eine beschränkte Stelle einer Netzhaut farbig reizt, so erscheint auch eine hierzu disparate Stelle der andern Netzhaut während des Reizes complementärfarbig und nach dem Reize gleichfarbig.

Wenn **beide** Augen mit zu einander complementären Farben gereizt werden, so hinterbleiben in ihnen subjective zu einander complementäre Farbenstimmungen, die zu Weiss combinirt, oder durch Schliessen des einen Auges, sowie durch Auseinanderschieben von Doppelbildern, getrennt wahrgenommen werden können. Dabei sind diese complementären Nachfarben von unvergleichlich längerer Dauer als das Nachbild eines einzelnen Auges.

Die Farbe des Nachbildes einer Netzhaut zeigt sich nicht blos abhängig von der Beschaffenheit der vorausgegangenen farbigen Reizung derselben Netzhaut, sondern bis zu einem gewissen Grade auch von einer etwa vorausgegangenen farbigen Reizung der Netzhaut des anderen Auges. Hält man z. B. vor das Auge *A* ein rothes, vor das Auge *B* ein grünes Glas, so bekommt man in *A* ein grünes Nachbild, hält man aber vor *B* ein blaues Glas, so bekommt man in *A* ein Nachbild von blauer Farbe.

---

*) In der Abhandlung Ueber einige Verhältnisse des binokularen Sehens. Leipzig. 1860. (Aus den Abhandlungen der königl. sächs. Gesellsch. der Wissenschaften.)

Die aufgezählten Erscheinungen sind leicht zu erklären, wenn man von den Thatsachen des monokularen Contrastes ausgeht. Diese zeigen bereits, dass unsere Beurtheilung der Farben von absoluter Bestimmtheit sehr weit entfernt ist, und auch durch die grösste Uebung dieselbe nicht zu erlangen vermag. Wir beurtheilen eine Farbe immer nur in Vergleichung mit den andern Farbeneindrücken, die gleichzeitig auf unser Auge einwirken. Wenn wir daher auf farbigen Grund ein graues oder schwarzes Papierschnitzelchen legen, so erscheint dieses in der Complementärfarbe, namentlich wenn man, wie H. Meyer gezeigt hat, durch darüber gelegtes Briefpapier die Farbe bedeutend abschwächt.*) Wir übertragen in diesem Fall die Farbe des Grundes auf das darübergelegte weisse Briefpapier, das wir uns demnach, wenn der Grund z. B. grün gefärbt ist, in seiner ganzen Continuität schwach grün gefärbt vorstellen; das untergelegte Papierschnitzelchen nehmen wir als ein durchgesehenes Object, ein Object aber, das durch Grün gesehen weiss oder grau erscheint, muss in Wirklichkeit von röthlicher Farbe sein, und diese Farbe legen wir daher auch demselben bei. Dass diese Auffassung der Farbe keine physische Continuitätswirkung der Netzhaut, sondern rein nur eine Sache des Urtheils ist, hat auf schlagende Weise Helmholtz gezeigt: wenn man nämlich ein Papierstückchen nimmt, welches genau dieselbe Farbe und Helligkeit hat wie das Briefpapier über der grauen Unterlage, und jenes an diese Stelle heranschiebt, so schwindet, so bald man anfängt die Farben mit einander zu vergleichen, die Contrastwirkung, und die weisse Stelle des Briefpapiers erscheint nun wirklich weiss.**)

Unsere Beurtheilung einer Farbe kann nun in ähnlicher Weise wie hier durch die gleichzeitige Reizung verschiedener Stellen derselben Netzhaut mit verschiedenen Farbestrahlen auch bestimmt werden durch die gleichzeitige Reizung der Netzhaut des anderen Auges. Wenn also das erste Auge eine Farbe sieht, so wird das zweite Auge, wenn man abgedämpftes weisses Licht in dasselbe fallen lässt, nicht Weiss oder Grau, sondern zu jener Farbe die Complementärfarbe sehen. Diese Wechselbeziehung wird sich auch auf die subjectiven Farbenstimmungen erstrecken: wenn im einen Auge ein Nachbild von bestimmter Färbung besteht, so wird die Netzhaut des

---

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 95. 1855. S. 170.

**) Helmholtz, Physiologische Optik, S. 404.

andern Auges einen hierzu complementären also der ursprünglichen Farbe gleichen Farbenreiz empfinden. Es findet hier dieselbe Wechselbeziehung zwischen zwei Augen statt, die beim monokularen Contrast zwischen verschiedenen Stellen eines Auges vorhanden ist, und die gerade in Bezug auf Nachbilder schon vor längerer Zeit von Fechner im monokularen Sehen beobachtet worden ist.

Auch die unverhältnissmässig lange Dauer der Nachbilder, wenn beide Augen mit zu einander complementären Farben gereizt werden, ist in ähnlicher Weise zu verstehen. Was wir Weiss nennen, ist zu verschiedenen Zeiten etwas sehr Verschiedenes. Wir haben vorhin einen Fall bezeichnet, wo wir weisses Licht für farbiges ansehen, weil die Netzhaut des anderen Auges oder eine andere Stelle derselben Netzhaut gleichzeitig farbig gereizt wird. Ebenso kann es kommen, dass wir farbiges Licht für weisses ansehen. Im Allgemeinen übersehen wir Farben, die sich dem Weiss sehr annähern, leicht vollständig, wenn nicht besondere Umstände unser Unterscheidungsvermögen schärfen. So unterscheiden wir sehr abgeblasste Nachbilder nicht mehr von Weiss; aber wenn wir complementäre Nachbilder in beiden Augen hervorrufen, so setzt uns die Vergleichung in den Stand, die subjectiven Farben noch eine längere Zeit wahrzunehmen. Die Nachbilder dauern also hierbei nicht länger, sondern sie werden nur länger gesehen.

Der Einfluss der Farbenreizung eines Auges auf die subjective Nachfarbe im andern Auge nach farbiger Reizung desselben schliesst sich an die zuerst besprochenen Wechselbeziehungen an. Wurde z. B. das eine Auge grün gereizt, so hinterbleibt, wie wir sahen, im andern Auge eine grüne Farbenstimmung, durch diese wird, wenn dieses Auge selber zuvor roth gereizt wurde, die grüne Nachfarbe desselben erhöht. Wurde aber das erste Auge blau gereizt, so hinterbleibt im zweiten Auge eine blaue Farbenstimmung, die, wenn sie zum grünen Nachbild hinzutritt, dasselbe blaugrün färbt. Es kommt dabei in Betracht, dass die Farbe der Nachbilder überhaupt keine sehr entschiedene ist, so dass wir zwischen nahe stehenden Farbentönen leicht schwanken. Wir können daher, namentlich wenn wir die Nachfarbe in beiden Fällen vergleichen, die eine als reines Grün, die andere als reines Blau auffassen.

Analoge Wechselbeziehungen wie zwischen den Farbenempfindungen beider Augen, hat Fechner zwischen den

Helligkeitsempfindungen derselben aufgefunden.*) Sie gehören übrigens einer anderen Reihe von Erscheinungen an.

Wenn man mit dem einen Auge frei in den Himmel sieht, das andere geschlossen hält, und dann vor dieses zweite Auge ein graues Glas bringt, so wird, sobald man das geschlossene Auge öffnet, um mit demselben durch das graue Glas zu sehen, das gemeinsame Gesichtsfeld plötzlich verdunkelt, schliesst man wieder dieses Auge, so wird das gemeinsame Gesichtsfeld erhellt. Vollständige Verdunkelung eines schon zum Theil verdunkelten Auges bei unverdunkeltem anderen bewirkt also eine Erhellung des gemeinsamen Gesichtsfeldes, Zulassung des Lichtes umgekehrt Verdunkelung. Da vom Standpunkt der Identitätslehre aus jedenfalls ein diesem gerade entgegengesetzter Erfolg erwartet werden müsste, so hat Fechner diesen Versuch als paradoxen Versuch bezeichnet. — Bei näherer Verfolgung des Versuchs ergab sich, dass derselbe gewisse Grenzen hat. Die Abnahme der Helligkeit des gemeinsamen Sehfeldes tritt nämlich nur ein, wenn die Lichtintensität im verdunkelten Auge nicht weiter gesteigert wird, als dass sie $^{2}/_{100}$ bis $^{5}/_{100}$ der Lichtintensität im nicht verdunkelten Auge beträgt. Geht die Steigerung weiter, so nimmt die Lichtintensität im gemeinsamen Sehfelde in der That nicht ab sondern zu.

Der paradoxe Versuch lässt sich, wie ich glaube, unmittelbar unter die früher erörterten Mischungserscheinungen subsumiren, mit dem Unterschied, dass es sich bei ihm nicht um die Combination von Farben, sondern von Helligkeitsstufen handelt. Zugleich kommt aber in Betracht, dass bei ihm niemals eine Wahrnehmung begrenzter Objecte von verschiedener Helligkeit stattfindet. Wenn wir ein begrenztes schwarzes und ein eben solches weisses Object binocular combiniren, so entsteht ein graphitähnlicher Glanz. Aber es entsteht kein Glanz, wenn wir mit dem einen Auge in die Tageshelle blicken und das andere geschlossen halten, obgleich wir hier in ähnlicher Weise Hell und Dunkel auf correspondirenden Stellen beider Netzhäute vereinigen; es entsteht ebenso wenig Glanz, als wenn wir ein weisses Object auf unbegrenzten schwarzen Grund legen und dasselbe zu Doppelbildern auseinanderschieben: wie hier das weisse Object nicht merklich durch den schwarzen Grund, den es im andern Auge deckt, getrübt wird, so wird dort der monokulare Lichteindruck durch das Dunkel des geschlossenen Auges nicht verdunkelt.

*) A. a. O. Seite 416 u. f.

Legt man zuerst ein weisses Object auf schwarzen Grund, dann dasselbe Object auf grauen Grund, und lässt man jedesmal Doppelsehen eintreten, so sind die Doppelbilder im ersten Fall viel heller als im zweiten, obgleich sie mit grösserer Dunkelheit im andern Auge combinirt sind. In der That sind die Bedingungen hier ganz ähnliche wie beim paradoxen Versuch, nur dass wir beim Sehen begrenzter Objecte den monokularen Contrast mit dem Grund mitwirken haben, der den Erfolg noch verstärkt.

Wenn wir diffuses Licht von beträchtlicher Verschiedenheit auf beide Augen einwirken lassen, so nehmen wir niemals eine Mischfarbe wahr. Nur wenn wir die Farben oder Helligkeiten auf begrenzte Objecte beziehen können, tritt die Mischung auf in der Form des Glanzes, bei dem aber, wie wir sahen, gleichfalls nicht eigentlich von einer reinen Mischung zu reden ist. Werden aber beide Augen nur von zerstreutem Licht getroffen, so verdrängt stets der Lichteindruck des einen Auges den Lichteindruck des andern. Es lässt sich dies auch für Farbenempfindungen nachweisen. Sehe ich mit dem einen Auge durch ein blaues, mit dem andern Auge durch ein rothes Glas auf ein weisses Feld auf schwarzem Grunde, so erscheint dieses lebhaft glänzend, ebenso als wenn man entsprechend pigmentirte Objecte binokular combinirt. Sehe ich aber dann auf eine für das Auge unbegrenzte gleichförmig weisse Fläche, so sehe ich nur entweder Roth oder Blau. Welches von beiden zum Uebergewicht kommt hängt von der Beleuchtung der Fläche ab: ist diese sehr intensiv beleuchtet, so sehe ich Roth, ist die Beleuchtung weniger stark, so sehe ich Blau. Bei einer mittleren Beleuchtung wechseln leicht beide Farben mit einander ab in Folge von Bewegungen der Augen. Dabei wird der Farbenton desjenigen Eindrucks, der zum Uebergewicht gelangt, nur etwas abgedämpft. Die Farbe erscheint weniger hell, als wenn man das Auge vor dem andersfarbigen Glase schliesst. Diese Dämpfung ohne jede Spur einer Mischung lässt sich vielleicht auf einen binokularen Helligkeitscontrast zurückführen, demjenigen analog, der im paradoxen Versuch stattfindet. Man kann den Versuch mit demselben Resultat durch Combination von Roth und Grün, Blau und Grün, Gelb und Blau u. s. w. anstellen, kurz mit allen Gläsern, deren Farbe von erheblicher subjectiver Verschiedenheit ist. Dagegen treten, ähnlich wie bei der Vereinigung farbiger Objecte, allerdings Mischungserscheinungen auf, wenn man die Farbe der Gläser sehr ähnlich nimmt, z. B. Roth und Violett, Blau und Violett, Gelb und Orange.

Doch scheint es mir, dass hier, bei unbegrenzten Farbeneindrücken, immerhin die Mischung weniger leicht erfolgt, als bei der Combination begrenzter Objecte. — Nochmals muss ich zu den obigen Versuchen die Bemerkung fügen, dass die Regel des constanten Ausbleibens von Glanz sowohl als Mischung bei der Einwirkung verschiedenfarbigen diffusen Lichtes auf beide Augen nur dann Gültigkeit hat, wenn die Fläche, auf die man blickt, im strengsten Sinne gleichmässig und unbegrenzt für das Auge ist. Die kleinste Beschattung oder Contour, die auf ihr merklich ist, wird zur Ursache, dass an der betreffenden Stelle Glanz auftritt, der sich eine Strecke über sie hinaus verbreitet, oder dass die beiden Farben, wenn sie auch nicht wirklich sich mischen, so doch fleckenweise mit einander abwechseln.

Wir haben beim paradoxen Versuch denselben Fall in Bezug auf Helligkeitsgrade vor uns, den wir eben in Bezug auf Farbenunterschiede erörtert haben. So wenig diffuses rothes Licht im einen Auge mit diffusem blauem im andern Auge sich mischt, ebenso wenig mischen sich Hell und Dunkel. Das Schwarz des geschlossenen Auges wird daher gänzlich vernachlässigt und nur das Licht des offenen Auges kommt zur Wahrnehmung. Lassen wir aber zu dem verdunkelten Auge allmälig mehr Licht zu, so tritt derselbe Erfolg ein, den wir erhalten, wenn wir die verdrängte Farbe allmälig der verdrängenden ähnlicher machen. Es tritt Mischung ein, die jedoch Anfangs nur unvollständig ist, weil der Eindruck des hellen Anges immer noch bedeutend dominirt; die Mischung wird um so vollständiger, je weiter wir mit der Erhellung des verdunkelten Auges fortfahren, und es tritt naturgemäss ein Grenzpunkt ein, wo die Mischung so vollständig ist, dass weiterer Lichtzutritt zum dunkleren Auge das gemeinsame Gesichtsfeld nicht mehr verdunkelt, sondern zu erhellen beginnt.

Man könnte leicht versucht sein zu vermuthen, dass der Contrast der Helligkeit des einen Auges zur Dunkelheit des andern beim paradoxen Versuch mitwirke: dieser Contrast ist um so bedeutender, je grösser der Helligkeitsunterschied ist, es müsste daher in Folge desselben, wie auch dem wahren Resultat entspricht, mit steigender Erhellung des dunkleren Auges die Helligkeit des Gesichtsfeldes abnehmen. Aber es würde aus diesem Contrast nicht mehr erklärt werden können, warum bei noch weiterem Lichtzutritt die Erhellung wieder zunimmt, und es würde endlich nach jener Hypothese zu erwarten sein, dass wir mit einem Auge viel heller sehen als

mit zweien, was keineswegs der Fall ist. Der paradoxe Versuch ist daher unter die früher erörterten Mischungserscheinungen einzureihen. Es sind bei ihm die Bedingungen so gestellt, dass niemals Glanz auftreten kann, und dass dabei zugleich die Helligkeitsempfindungen beider Augen alle Stufen der Verschiedenheit durchwandern. Es findet sich daher bei diesem Versuch nur der Wechsel zwischen zwei Erfolgen: zwischen dem alleinigen Vortreten der helleren Empfindung und der Mischung beider Empfindungen mit einander. Da aber die Helligkeitssteigerung des verdunkelten Auges successiv geschieht, so ist jener Wechsel kein plötzlicher, sondern ein continuirlicher, die Mischung ist bei der Stufe, wo sie zuerst auftritt, noch keine vollständige, sondern es steht immer noch der hellere Eindruck im Uebergewicht. Die Umkehr des Erfolges beginnt erst von dem Punkte an, wo bei einer bestimmten Steigerung des Lichtes die Helligkeitszunahme grösser ist als die Mischungszunahme, und von hier an steigt die Helligkeit des Gesichtsfeldes bis zu dem Punkte, wo beide Augen mit Licht von gleicher Intensität gereizt werden: dann ist das gemeinsame Sehfeld genau ebenso erleuchtet, wie vorher das Sehfeld des einzelnen Auges.

3. Ueber den Wettstreit der Wahrnehmungen.

Unter diesem Titel soll hier eine Reihe von Erscheinungen zusammengefasst werden, die sich zunächst an die stereoskopischen Erscheinungen anschliessen, in ihren Bedingungen aber sich von diesen dadurch wesentlich unterscheiden, dass zwar gleichfalls auf beiden Netzhäuten verschiedene Bilder entworfen werden, dass aber diese Bilder nicht perspectivische Projectionen eines und desselben körperlichen Gegenstandes sind. Die Versuchsbedingungen sind hier vielmehr solche, dass jedes Auge ein Object wahrnimmt, das von dem mit dem andern Auge wahrgenommenen Object eine beliebige Verschiedenheit zeigt, die sich nicht auf den verschiedenen Standpunkt der Auffassung eines äusseren Gegenstandes zurückführen lässt. Die Versuchsbedingungen sind daher immer derart, wie sie in der Natur niemals gegeben sein können; wir kommen bei diesen Versuchen in die eigenthümliche Lage, aus den Wahrnehmungen der einzelnen Augen eine binokulare Wahrnehmung combiniren zu sollen, während doch analoge Erfahrungen, nach denen die Bildung dieser Wahrnehmung vor sich gehen könnte, uns ganz und gar mangeln. So zeigen denn auch die Resultate dieser Versuche, dass bei ihnen der Vollzug der

Wahrnehmung keineswegs mit der Sicherheit geschieht, wie bei der Combination stereoskopischer Bilder. In nicht seltenen Fällen gelingt nicht mehr als eine successive Perception der Netzhautbilder jedes einzelnen Auges, wo dann secundäre Momente über das Hervortreten der einzelnen Wahrnehmung entscheiden; vielfach entsteht ein combinirendes Einfachsehen nur dadurch, dass wir geringere Verschiedenheiten der beiden Netzhautbilder nicht bemerken; und häufig endlich bilden wir uns eine Art pseudostereoskopischer Vorstellung, indem wir vermöge einer falschen Analogie Verschiedenheiten der Netzhautbilder, die nur eine entfernte oder selbst gar keine Aehnlichkeit mit den im stereoskopischen Sehen zur Wirkung gelangenden haben, doch zu einem stereoskopischen Bilde combiniren.

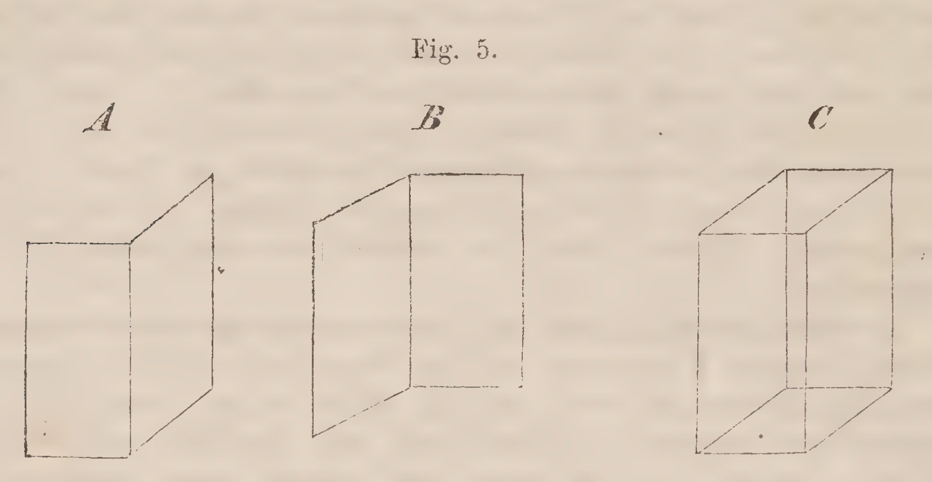
Zunächst gehört hierher die Zusammensetzung eines Gesammtbildes, dessen Theile auf beiden Netzhäuten sich ergänzen. Versuche dieser Art sind von H. Meyer und von Panum beschrieben worden.*) Wenn man für das eine Auge eine beliebige Figur zeichnet, für das andere Auge ergänzende Theile zu derselben, also z. B. für das erste Auge ein Haus, für das zweite die Fenster oder die Thüre des Hauses, so setzen sich diese Bildtheile bei der stereoskopischen Combination ganz ebenso zusammen, als wenn sie blos einem monokularen Bilde angehörten. Auf ähnliche Weise lässt sich eine geometrische Figur aus ihren zwei Hälften zusammensetzen, von denen die eine auf die erste, die andere auf die zweite Netzhaut fällt. In diesem Fall tritt sehr deutlich hervor, dass, wenn beide Zeichnungen zusammen eine körperliche Figur bilden, die Vorstellung der Körperlichkeit nach der Combination äusserst lebhaft ist, so lebhaft wie bei dem wahren stereoskopischen Relief. Wir haben es hier mit einer pseudostereoskopischen Erscheinung zu thun. Auch beim stereoskopischen Sehen sind ja die Bilder, die beide Augen empfangen, verschieden, und aus dieser Verschiedenheit entsteht eben die Tiefenvorstellung. Dies wird nun auf die vorliegenden Versuche übertragen; obgleich in ihnen die Verschiedenheit der Netzhautbilder nicht eine solche ist, dass sich daraus eine Tiefenausdehnung des gesehenen Objectes ableiten lässt, so wird doch nach der Analogie der wahren stereoskopischen Versuche aus den Eindrücken der beiden Netzhäute ein Sammelbild hervorgebracht, bei welchem die Neigung vorherrscht eine Tiefenvorstellung auszubilden. —

---

*) S. Panum a. a. O. S. 25 u. f.

Ich will ein einziges Versuchsbeispiel hier anführen. Man combinire die Bilder A und B, Fig. 5, das erste auf der linken, das zweite auf der rechten Netzhaut. Man erhält eine Figur wie C, aber mit weit ausgebildeterer Tiefenvorstellung, so dass mit ihr verglichen C nur wie eine Flächenprojection erscheint.

Fig. 5.

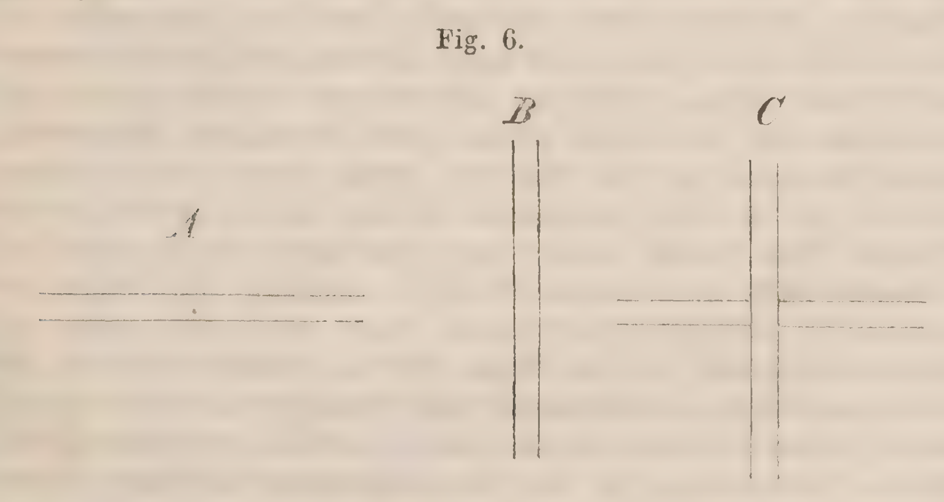


Diese Versuche gehen ohne Grenze in solche Fälle über, wo wir die zwei Netzhautbilder noch zu einem Sammelbild zusammensetzen, wo aber die Ausbildung einer Tiefenvorstellung gar nicht mehr möglich ist. So also bei der Zusammensetzung einer flächenhaften geometrischen Figur aus ihren Theilen, wie z. B. eines Vierecks aus zwei Dreiecken u. s. w., oder bei der Zusammensetzung von Buchstaben aus ihren Theilen, wie z. B. F und L sich zu E combiniren lassen, oder auch bei der Zusammensetzung complicirterer Flächenzeichnungen. Doch bleibt bei den letzteren, sobald nur in der Zeichnung eine entfernte Reliefandeutung gegeben ist, immer die Neigung zur Ausbildung der stereoskopischen Vorstellung vorhanden. Setzt man z. B. eine Landschaft zusammen, indem man dem einen Auge Bilder von Häusern, dem andern Auge Bilder von Bäumen und Bergen bietet, so ist immer im Gesammtbild die Tiefenvorstellung viel stärker als in den Einzelbildern, wenn auch in der Zeichnung an sich zu diesem Unterschied kein Grund gegeben ist.

Es wirkt hierbei zur Hebung der Tiefenvorstellung vielleicht die bekannte Thatsache mit, dass wir Zeichnungen, die körperliche Gegenstände vorstellen, mit e i n e m Auge weit plastischer sehen als mit zweien, da uns das binokulare Sehen namentlich bei näherer Betrachtung sehr bald die Illusion durch die genauere Schätzung der relativen Entfernung und durch das Fehlen des stereoskopischen Effectes zu zerstören

pflegt. Bei den pseudostereoskopischen Erscheinungen wird nun jedem Auge ein verschiedenes Bild geboten, und in jedem dieser Bilder ist jener monokulare Tiefeneffect wirksam. Aber dabei ist doch zu beachten, dass erst durch die Combination der beiden Bilder die Tiefenvorstellung ihre bestimmte Richtung erhalten kann. Wenn wir in der obigen Fig. 5 die Bilder A und B einzeln monokular betrachten, so sind wir geneigt, jedes derselben plastisch zu sehen, aber es bleibt dabei ganz unbestimmt, ob die mittlere Kante nach vorn oder nach hinten geht, ob also das Bild erhaben oder vertieft ist, und es wechseln daher meistens beide Vorstellungen mit einander ab. Dagegen ist die Vorstellung alsbald fixirt, wenn wir die Bilder binokular combiniren, und zugleich hebt sich das Relief bedeutend stärker als bei der monokularen Betrachtung. Hierin liegt schon ein Beweis dafür, dass wir es nicht blos mit einer monokularen Illusion zu thun haben, sondern dass in der That die Gewohnheit des stereoskopischen Sehens mit beiden Augen vom wesentlichsten Einflusse ist. Man kann übrigens mit demselben Rechte der monokularen Illusion auf die wahren stereoskopischen Erscheinungen einen Einfluss zugestehen. Auch bei diesen mag zuweilen die monokulare Illusion mitwirken, ihre Richtung wird aber immer die Vorstellung erst durch die Combination der Bilder erhalten. Ein noch stärkerer Beweis aber liegt in der Thatsache, dass wir geneigt sind, selbst Netzhautbilder zu einem stereoskopischen Relief binokular zu vereinigen, deren monokulare Theile keine Tiefenillusion zulassen, wie dies aus den folgenden Versuchen hervorgeht.

Fig. 6.



Man zeichne, Fig. 6, als Object für das eine Auge zwei horizontale Linien, A, als Object für das andere Auge zwei

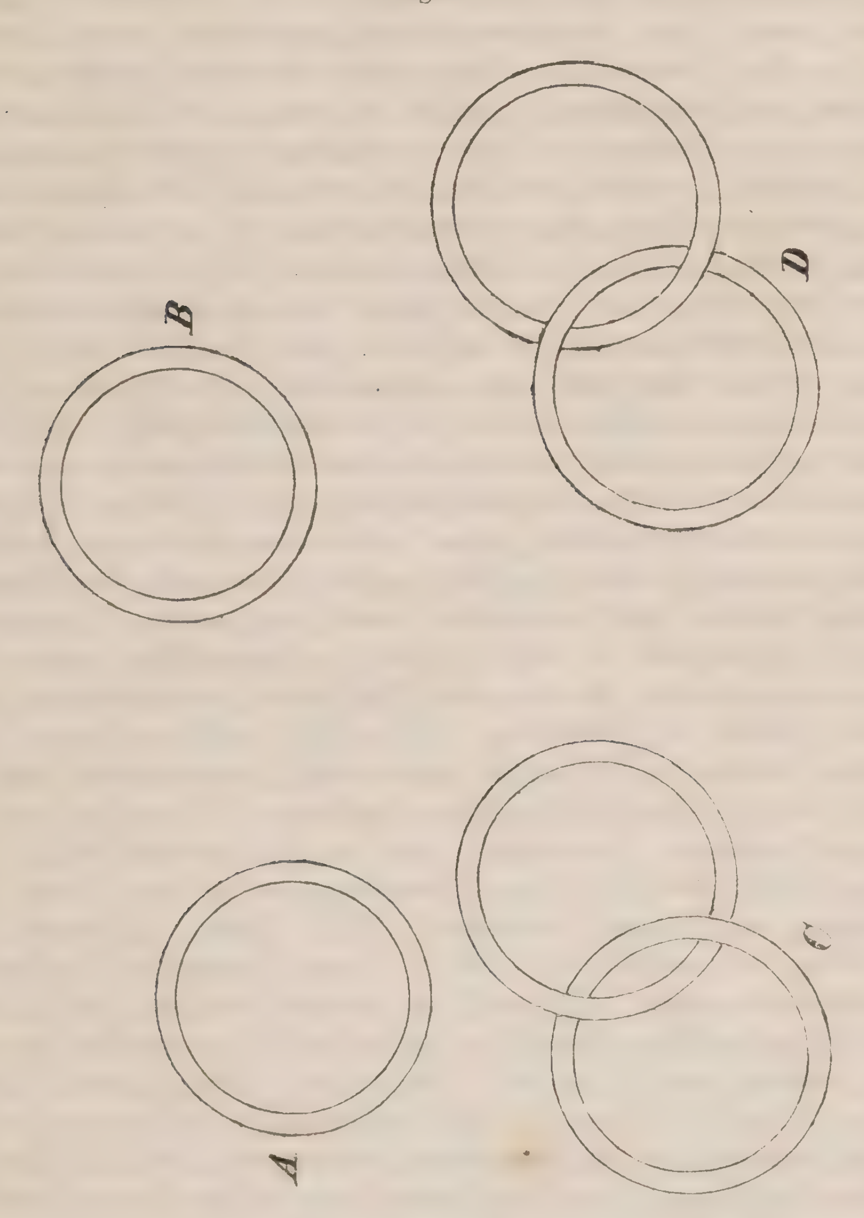
verticale Linien, *B*, beide von nicht zu grossem und nahezu gleichem Abstand. Bei der Vereinigung erhält man ein Bild *C*, an dem die Kreuzungsstelle unvollständig ist, indem entweder der verticale Balken vor dem horizontalen, oder der horizontale Balken vor dem verticalen zu liegen scheint, und daher entweder das Bild *A* oder das Bild *B* an der betreffenden Stelle unterbrochen wird. Im Allgemeinen zeigen sich viel häufiger die horizontalen Linien unterbrochen, wie auch Panum, der diesen Versuch schon anführte, bemerkt hat.*) Uebrigens hängt das Unterbrochenwerden der einen oder andern Contouren von der Bewegung unserer Augen ab: ununterbrochen sehen wir diejenigen Contouren, in deren Richtung wir die Augen bewegen; wir können daher abwechselnd den einen oder andern Theil der Kreuzungsstelle hervortreten lassen, wenn wir zwischen dem Object und dem Auge einen Gegenstand abwechselnd in verticaler und in horizontaler Richtung hin und her bewegen: bei der verticalen Bewegung verschwinden an der Kreuzungsstelle die horizontalen Contouren, bei der horizontalen Bewegung verschwinden umgekehrt die verticalen Contouren. Wir haben nun offenbar eine grössere Tendenz zu verticaler Augenbewegung, es herrschen daher beim gewöhnlichen Sehen meistens die verticalen Contouren vor, und es fällt uns auch schwerer dieselben zum Verschwinden zu bringen.

Ganz ähnlich, aber als pseudostereoskopische Erscheinung noch beweisender ist folgender Versuch. Man zeichne zwei Ringe *A* und *B*, die in etwas verschiedener Höhe gelegen sind, Fig. 7, und combinire dieselben so, dass sie sich nicht vollständig decken. Man bekommt dann ein Sammelbild *C* oder *D*, in welchem an den zwei Kreuzungsstellen Contouren unterbrochen sind. Aber es gehören nur höchst selten die unterbrochenen Contouren einem und demselben Ringe an, sondern meistens ist das Bild so, dass, wenn an der einen Stelle *A* vor *B* liegt, umgekehrt an der andern Stelle *B* vor *A* liegt. Man verlegt daher nicht das eine Object ganz vor das andere wie im vorigen Versuch, sondern die Ringe erscheinen in einander geschlungen, und zwar sieht man sie überwiegend häufig in der Form von *C*, seltener wie in *D*. Es ist dieser Versuch offenbar nur eine Complication des vorigen. Dadurch, dass die zwei Ringe sich in etwas ungleicher Höhe befinden, nähern sich bei der unvollständigen Deckung an der oberen Kreuzungsstelle die Contouren des oberen Ringes mehr

*) Panum, a. a. O. Seite 33.

der verticalen Richtung, an der unteren Kreuzungsstelle nähern sich dieser mehr die Contouren des unteren Ringes. Wenn daher, wie meistens, wegen der gerade vorhandenen Tendenz

Fig. 7.



der Augenbewegungen verticale Contouren schärfer aufgefasst werden, so bekommt man das Sammelbild *C*, wenn ausnahmsweise horizontale Contouren schärfer aufgefasst werden, so bekommt man das Sammelbild *D*.

Wir müssen die eben an einigen Versuchsbeispielen erläuterten Erscheinungen als pseudostereoskopische bezeichnen, weil bei ihnen in Folge der binokularen Combination der

Bilder ein dem stereoskopischen analoges Sehen, d. h. ein Verlegen einzelner Theile des Gesammtbildes vor oder hinter andere, stattfindet, ohne dass für diese räumliche Scheidung in etwas anderem als in einer von dem stereoskopischen Sehen entnommenen falschen Analogie sich der wesentliche Grund finden liesse. Man hat diesen Grund gesucht in einem directen Einfluss der Contouren. Wir haben ähnliche Verdrängungseinflüsse der begrenzenden Linien im vorigen Abschnitt kennen gelernt und dieselben auf die Vorstellung der Durchsichtigkeit zurückgeführt, vermöge welcher ein vor der betreffenden Contour gelegener Theil des Gesammtbildes als scheinbar durchsichtig übersehen wird. Auch in den obigen Versuchen ist diese Vorstellung des Durchsichtigen für das Zustandekommen des pseudostereoskopischen Effectes vom wesentlichsten Einflusse. Ohne dass uns die Vorstellung des Durchsichtigen und die von derselben abhängige Vernachlässigung von Bildtheilen geläufig wäre, würde uns ohne Zweifel auch in diesen Versuchen eine solche Vernachlässigung nicht gelingen. Ueberall aber wo unseren beiden Augen zwei wesentlich verschiedene Bilder, die sich nicht auf wahre stereoskopische Verhältnisse beziehen lassen, geboten werden, sind wir genöthigt, das eine Bild als gespiegelt in dem andern zu betrachten, denn dies ist die einzige Art, wie in der Wirklichkeit ein gleichzeitiges Sehen solcher verschiedener Bilder mit beiden Augen vorkommt. Aber es ist damit noch nicht entschieden, welches Object uns als das durchsichtige erscheint. Dies wird nun in den vorliegenden Versuchen, wo in der Beschaffenheit der Bilder kein entscheidendes Moment gegeben ist, durch die Bewegung der Augen bestimmt. Wir fassen diejenige Begrenzung am deutlichsten auf, in deren Richtung die Augenbewegung vor sich geht, und wir vernachlässigen darüber die in entgegengesetzter Richtung verlaufende Begrenzung des andern Bildes, soweit sie mit der ersten binokular sich deckt, indem wir das Object an der betreffenden Stelle uns durchsichtig vorstellen. Die Annahme, es existire hier ein directer Einfluss der Begrenzungslinien, wird unmittelbar dadurch widerlegt, dass die Verdrängung eben nur so weit stattfindet, als jene Vorstellung dazu nöthigt. An der äusseren Seite der parallelen Contouren werden z. B. die gekreuzten Linien nur eine fast unmerkliche Strecke weit ausgelöscht, während die Annahme eines directen Contoureneinflusses forderte, dass dieselben mindestens so weit auf jeder Seite ausgelöscht würden als die halbe Entfernung der verdrängenden Linien beträgt. Wenn man die letztere Entfernung über eine gewisse Grenze

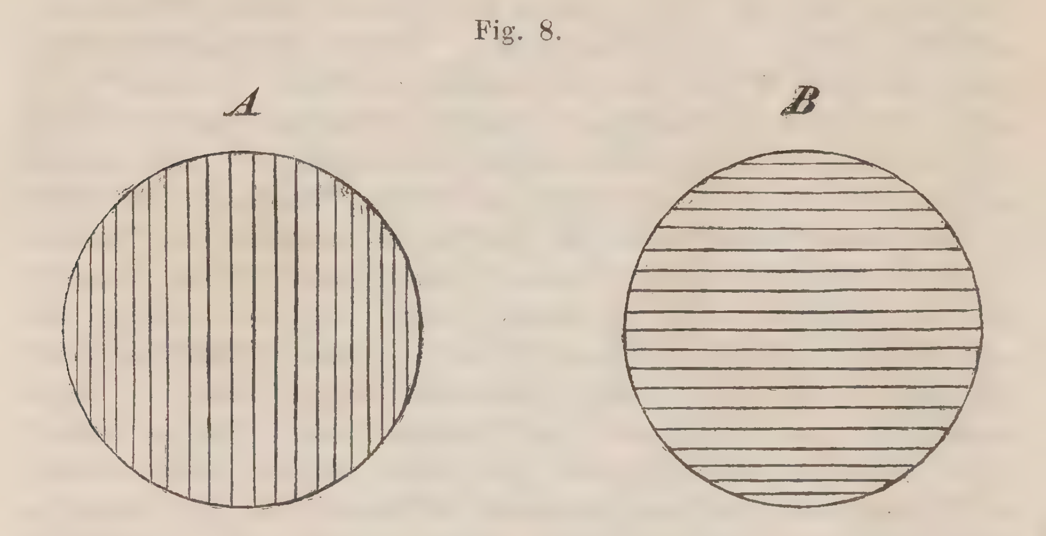
nimmt, so hört die Verdrängung allerdings auf, aber sie hört plötzlich auf und nicht etwa allmälig, indem erst nur ein kleines Stück in der Mitte des Zwischenraumes auftaucht; sobald die Verdrängung aufhört, bleibt an der Innenseite der Contouren nur ein eben solches unmerklich kleines Stück ausgelöscht wie an ihrer Aussenseite. Diese schwache Verdrängung unmittelbar an den Begrenzungsstellen, die man z. B. auch bei der binokularen Zusammensetzung geometrischer Figuren oder anderer Zeichnungen beobachtet, ist wohl darauf zurückzuführen, dass bei der binokularen Kreuzung von Bildtheilen immer wenigstens an der Kreuzungsstelle die Vorstellung des Durchsichtigen zurückbleiben muss, wenn dieselbe sich auch nicht weiter verbreiten kann, weil die übrige Beschaffenheit der Bilder daran hindert. Dass endlich die vollständige Verdrängung der gekreuzten Linien nur so lange stattfindet, als die Distanz der Contouren eine gewisse Grenze nicht überschreitet, entspricht ganz dem, was wir schon früher bei Gelegenheit des Randcontrastes in Betreff der ganz analogen Erscheinungen bemerkt haben: überall findet die Vorstellung des Durchsichtigen, die von der gesehenen Begrenzungslinie an sich ausbreitet, eine gewisse Grenze, über die hinaus sie in allmäligem Uebergang verschwindet. Ist aber diese Grenze in unsern Versuchen erreicht, so treten die zuvor verdrängten Linien alsbald nicht stückweise, sondern ganz hervor, weil wir uns ihrer Continuität mit den jenseits des Zwischenraumes der verdrängenden Contouren gelegenen Linienstücken bewusst sind und daher, sobald wir uns nicht mehr vorstellen können, dass die mit beiden Augen gesehenen Objecte hinter einander liegen, im Sammelbild auch die Begrenzungslinien zusammenhängend erscheinen müssen.

Bei den pseudostereoskopischen Erscheinungen ist immerhin noch die Vereinigung der sich binokular deckenden Bilder zu einem Sammelbilde möglich, das eine gewisse Analogie zeigt mit den bei den wahren stereoskopischen Versuchen und beim gewöhnlichen binokularen Sehen erzeugten Sammelbildern. Man kann aber leicht die binokular zu combinirenden Bilder so construiren, dass auch eine solche nur entfernte Analogie nicht mehr möglich ist. Hierbei muss nun unterschieden werden, ob die beiden Bilder vollkommen different oder sich ähnlich sind.

Bei der Combination ganz verschiedener Objecte findet es sich fast immer, dass Begrenzungslinien des einen von Begrenzungslinien des andern gekreuzt werden, und dass sich in Folge dessen pseudostereoskopischer Effect einmischt, ja

dieser wird leicht so bedeutend, dass er die ganze Erscheinung beherrscht. Wenn man z. B. die Objecte *A* und *B*, Fig. 8, binokular combinirt, so hat man nur eine Häufung des in dem

Fig. 8.



Versuch Fig. 6 hervorgerufenen Erfolgs. Aber doch wird gerade in Folge der Häufung das Resultat etwas anders, als sich unmittelbar erwarten liesse. Man kann allerdings auch hier, indem man die Augenbewegungen beeinflusst, abwechselnd die verticalen und die horizontalen Contouren zum Vorherrschen bringen. Es wird dann, wenn man einen Gegenstand in verticaler Richtung rasch vor einem Auge bewegt, nur das Object *A* gesehen, wenn man den Gegenstand in horizontaler Richtung bewegt, wird nur das Object *B* gesehen, denn es ist hier durch die Anlegung der Zeichnung bewirkt, dass der Verdrängungseffect sich auf das ganze Object ausdehnt. Aber bei gewöhnlichem ruhigem Betrachten ist dies doch nicht der Fall, sondern man sieht dann immer stellenweise die horizontalen, und stellenweise die verticalen Linien im Sammelbilde hervortreten, die letzteren meistens in der unmittelbaren Umgebung des fixirten Punktes, die ersteren in der weiteren Peripherie des Sehfeldes.

Um diese Effecte ganz aus dem Spiel zu lassen, muss man Bilder combiniren, die in ihrer Totalität sich decken, während ihre einzelnen Theile im Sammelbild neben einander zu liegen kommen. Man beobachtet dann keineswegs, dass das Sammelbild immer aus den Einzelbildern sich mosaikartig zusammensetzt, sondern es herrscht stets die Neigung vor, das eine Bild über das andere zu vernachlässigen. Man combinire z. B. die Bilder *A* und *B* in Fig. 9. Man bekommt entweder ein

aus A und B gemischtes Sammelbild, oder man sieht blos A oder blos B, Das gemischte Sammelbild kann man nie längere Zeit festhalten, immer haben entweder die vertical schraffirten oder die horizontal schraffirten Sectoren die Neigung zu verschwinden, und zwar verschwindet wieder das

Fig. 9.

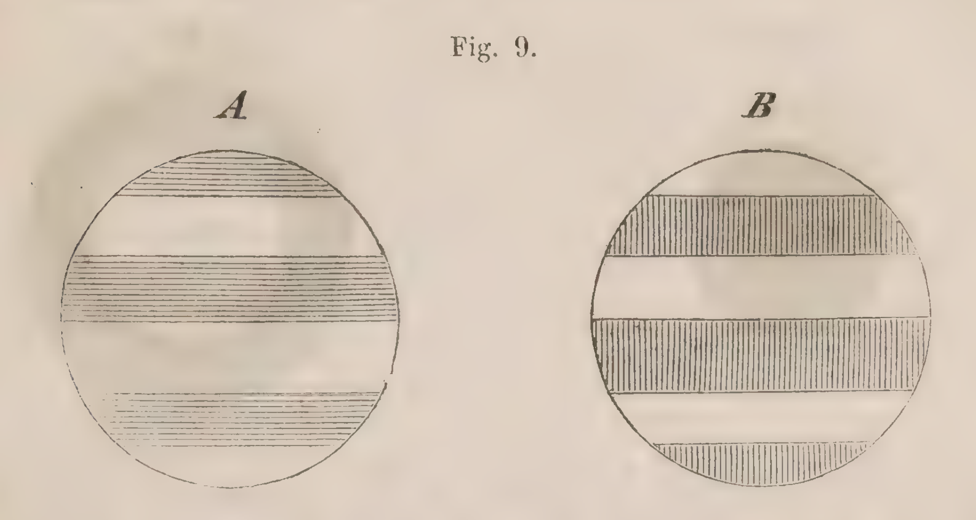
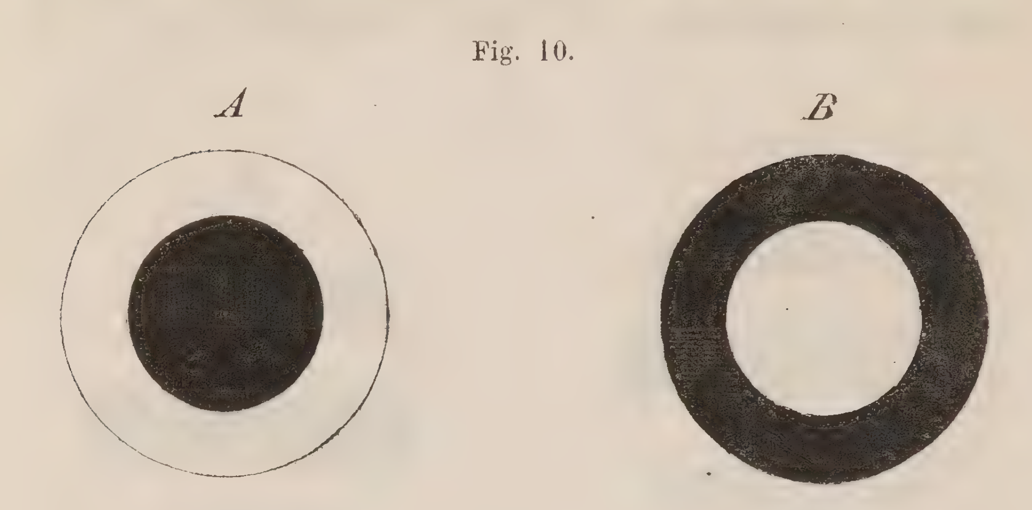


Bild A mit den horizontalen Strichen leichter als das Bild B mit den verticalen Strichen. Wenn das eine Bild verschwindet, so verschwindet es immer in allen seinen Theilen nahezu gleichzeitig. Man bemerkt wohl, dass die Sectoren der einen Richtung nicht in e i n e m Moment sondern allmälig abblassen, wobei einige Striche kurze Zeit noch stehen bleiben, während andere verschwunden sind. Aber niemals gelingt es, den einen Sector eines Bildes im Sammelbilde festzuhalten, während die anderen Sectoren desselben verschwunden sind. Wir können in diesem Fall stets nur das Bild entweder als Ganzes in die Vorstellung hereinziehen, oder wir müssen es vollständig aus der Vorstellung auslassen.

Es lässt sich diese Thatsache noch durch mannigfache Versuche belegen; ich will nur ein einziges Beispiel hier noch anführen, in welchem man ein sicheres Maass für das Wechseln des Sammelbildes mit den Einzelbildern in dem auftretenden und verschwindenden Glanze hat. A und B Fig. 10 sind zwei gleich grosse Kreise, in A ist die Peripherie weiss gelassen und das Centrum geschwärzt, in B ist das Centrum weiss gelassen und die Peripherie geschwärzt. Combinirt man beide Bilder, so sieht man entweder nur A oder nur B, oder man sieht das Sammelbild und dieses Sammelbild glänzend. Niemals bekommt man aber etwa eine weisse Peripherie und ein glänzendes Centrum, oder ein weisses Centrum und eine

glänzende Peripherie, d. h. niemals erhält man ein theilweises Sammelbild, sondern stets betheiligen sich entweder alle Theile eines Einzelbildes an demselben oder keiner. Nur

Fig. 10.



beim Kommen oder Verschwinden des Sammelbildes kommt es vor, dass strichweise sich noch etwas Glanz zeigt, während die übrige Fläche schon abgeblasst oder dunkel geworden ist, aber auch hier kann man diese Erscheinung niemals fixiren, sie wird nie zu einem ruhenden Bilde, sondern sie ist nur der Ausdruck des allmäligen Kommens oder Gehens der Vorstellung.

Es beweisen diese Versuche, dass, wenn wir nicht aus der Beschaffenheit der gesehenen Bilder einen Grund entnehmen können zur Erzeugung eines Sammelbildes, sei es dass dieser Grund in der wahren stereoskopischen Beschaffenheit der Bilder, oder sei es, dass er nur in einer entfernten Analogie mit derselben liegt, wir zwar gleichfalls häufig noch ein Sammelbild hervorbringen, aber dass dieses keineswegs nothwendig und dauernd geschieht, sondern dass dann immer die Einzelbilder beider Augen eine Tendenz besitzen sich allein zur Vorstellung zu drängen. Dabei drängen sich aber diese Einzelbilder nicht in ihren einzelnen Theilen, nicht durch eine mosaikähnliche Ausfüllung des gemeinsamen Sehfeldes zur Vorstellung, sondern immer als Ganze, indem entweder ein einzelnes ganz, oder beide zusammen in ihrer Totalität zur Erscheinung kommen. Wir folgen auch hier noch der gewohnten binokularen Combination, die uns stets aus den Bildern beider Augen eine Sammelvorstellung erzeugen lässt, wir folgen ihr, trotzdem in der Beschaffenheit der Bilder derselben in diesem Fall ein unlösbarer Widerspruch mit den gewohnten

Gesetzen des Sehens mit zwei Augen gelegen ist, ein Widerspruch, der nicht einmal wie bei den pseudostereoskopischen Erscheinungen durch eine ganz entfernte und unrichtige Analogie sich ausgleichen lässt. Die einzige Analogie, an der wir auch hier noch festhalten, ist nicht den gesehenen Objecten entnommen, sondern sie liegt nur im binokularen Sehen selber, sie liegt nur darin, dass wir durch den fortgesetzten Zwang der äusseren Wahrnehmung genöthigt sind, die Bilder beider Augen zu einem Sammelbilde zu vereinigen. Aber dabei geht dieser Zwang, weil er eben nur in psychischen Gesetzen begründet ist, nicht so weit, dass er uns den Widerspruch, der in den Bildern selber gegen ihre Combination gelegen ist, übersehen liesse. Es drängt sich vielmehr dieser Widerspruch stark hervor und findet seinen Ausdruck in dem fortwährenden Kampf der Einzelbilder, in welchem jedes derselben sich allein zur Vorstellung zu drängen strebt. Hier erst haben wir es mit einer Erscheinung zu thun, die man mit einigem Recht als Wettstreit der Sehfelder bezeichnen könnte, während alle übrigen Phänomene, die man früher unter diesem Titel begriffen hat, nur mit Unrecht jenen Namen trugen, wie aus unseren früheren Auseinandersetzungen, in welchen die betreffenden Erscheinungen gehörigen Orts abgehandelt sind, leicht ersichtlich ist. Aber selbst bei den hier in Betracht kommenden Wettstreitsphänomenen handelt es sich keineswegs etwa um einen inneren Kampf der Vorstellungen, auf welchen äussere Momente ohne jeden Einfluss bleiben. Es lässt sich insbesondere nachweisen, dass auch hier den Augenbewegungen auf den Wechsel der Einzelbilder ein wesentlich bestimmender Einfluss zukommt, indem dasjenige Bild das Uebergewicht zu erlangen pflegt, in welchem die grössere Zahl der Begrenzungslinien der herrschenden Richtung der Augenbewegungen entspricht.

Häufig sind die Wettstreitsphänomene mit pseudostereoskopischen Erscheinungen verknüpft. Wenn einzelne Theile der beiden Bilder einander kreuzen, so beginnt der Wettstreit an diesen Kreuzungsstellen. Indem hier die Vorstellung des Durchsichtigen sich einmischt, können nie die zwei sich kreuzenden Bildtheile gleichzeitig gesehen werden, sondern immer verdrängt der eine den andern eine kleine Strecke über die Kreuzungsstelle hinaus. Man bekommt daher niemals ein vollständiges Mischungsbild, sondern einen steten Wettstreit, indem die Figur an jenen Kreuzungsstellen aus einander zu brechen beginnt. Man erhält diese Erscheinung sehr deutlich, wenn man verschiedene Buchstaben, deren Linien vielfach

sich kreuzen, wie z. B. *A* und *S*, stereoskopisch combinirt. Man sieht nie beide Buchstaben zusammen in vollständiger Deckung, sondern der eine bricht von den Kreuzungsstellen an aus einander, um dem andern Platz zu machen, sobald dieser vollständig ist, wiederholt sich an ihm dieselbe Erscheinung, u. s. f. — Schon Wheatstone*) hat diese Beobachtungen gemacht, und sie sind seitdem vielfältig bestätigt worden. Die Einen haben sie als einen Beweis dafür betrachtet, dass das gemeinsame Sehfeld sich nicht mosaikartig aus den Eindrücken der einzelnen Augen zusammensetzt, Andere haben darin nur ein Beispiel der eigenthümlichen Wirkung der Contouren gesehen. Die letztern sind allerdings hier von wesentlichem Einflusse, sie sind es, die — vermöge der Vorstellung des Durchsichtigen, die an die Contourenkreuzung der zwei Netzhautbilder geknüpft ist — erst ein gemeinsames Sehen in diesen Versuchen vollständig unmöglich machen, während dieses, wenn blos die Theile der Netzhautbilder sich neben einander fügen, wie wir sahen keineswegs ganz unmöglich ist, sondern, wenn gleich mit Widerstreben, häufig vollzogen wird. Bei der Combination ungleicher Buchstaben wird das Zusammensetzen durch die an den Kreuzungsstellen auftretende Verdrängung immerwährend unterbrochen. Diese Verdrängung muss sich auf das übrige Bild fortpflanzen, weil die beiden Netzhautbilder stets als Ganze zur Auffassung kommen, und weil in diesem Fall in keinem beider Bilder etwas enthalten ist, wodurch eine partielle Durchsichtigkeit möglich oder auch nur in einer entfernten Analogie mit den bisherigen Erscheinungen des binokularen Sehens erschiene.

Es bleibt uns als eine letzte Form der Zusammenfassung binokularer Wahrnehmungen noch diejenige zu betrachten übrig, wo die Netzhautbilder ebenfalls in einem Sinne verschieden sind, welcher den gewöhnlichen Gesetzen des binokularen Sehens widerspricht, wo aber diese Verschiedenheit eine sehr geringe ist und namentlich nicht das Wesentliche der Form trifft. Es gehört hierher die Combination geometrischer Figuren, die sich der Gleichheit annähern, von Parallellinien mit geringem Distanzunterschied, u. s. w. In allen diesen Fällen werden die einzelnen Bilder zu einem vollkommen dauernden gemeinsamen Bilde vereinigt, das in seiner Formbeschaffenheit genau die Mitte zu halten pflegt zwischen den Formen der Einzelbilder.

---

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 51. Ergänzungsband. 1842. S. 33.

Zwei Kreise oder Vierecke von etwas ungleicher Grösse combiniren sich, wie bereits Wheatstone beobachtet hat, zu einer einzigen Figur. Auch einen Kreis und eine ihm sehr ähnliche Ellipse, ein Quadrat und ein wenig davon verschiedenes Rechteck kann man ebenso combiniren. Zwei horizontale Parallellinien jederseits von nicht zu grosser Entfernungsverschiedenheit geben ebenfalls ein einfaches Sammelbild, in welchem die Distanz der Parallellinien die mittlere ist zwischen den Distanzen in den Einzelbildern. In allen diesen Fällen geht übrigens die Möglichkeit der Combination nur bis zu einer gewissen ziemlich engen Grenze. Sobald man die Grösse der Figuren etwas verschiedener, die Entfernungen der Linien etwas bedeutender macht, so treten die Bilder aus einander, es kommt nur noch eine der Parallellinien oder eine Seite der Figuren zur Deckung, die anderen werden, wie es ihrem wahren Distanzunterschied entspricht, doppelt gesehen.

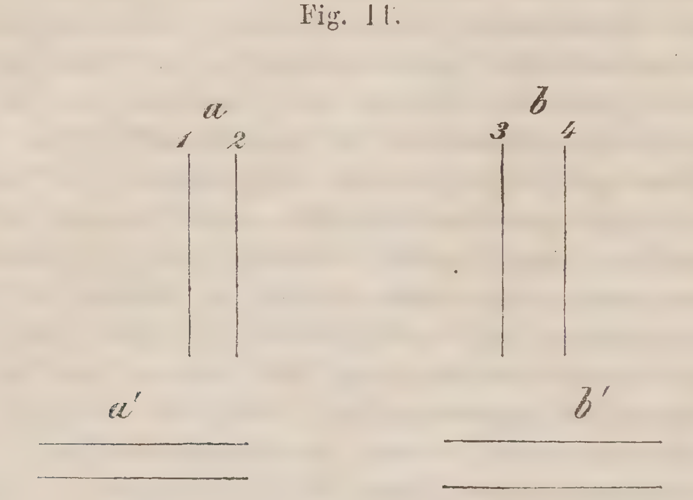
Für alle diese Fälle von binokularer Deckung trotz vorhandenen Grössenunterschiedes der Bilder gilt die Regel, dass die Verschiedenheit der Bilder bei weitem nicht so weit gehen darf wie bei der Combination wahrer stereoskopischer Bilder, wenn noch eine Vereinigung möglich sein soll. Volkmann hat in dieser Beziehung interessante messende Versuche angestellt, in welchen er die Grösse des Distanzunterschiedes bestimmte, die parallele Linien bei verschiedener Neigung zum Horizont haben durften, wenn gerade noch Vereinigung derselben möglich war*). Die Verschiedenheit war am grössten, wenn die Linien vertical standen, sie wurde immer kleiner, je mehr sie sich zum Horizont neigten, und sie war am kleinsten, wenn die Linien horizontal lagen, so zwar, dass im ersten Fall die Grenzdistanz das fünf- bis achtfache des letzten Falles betrug. Diese Thatsache ist leicht zu erklären. Vereinigen wir die Objecte a und b, Fig. 11 (s. umstehende Seite), so bekommen wir ein stereoskopisches Bild, die aus 2 und 4 zusammengesetzte Linie liegt hinter der Ebene des Papieres. Vereinigen wir aber die Objecte a' und b', so ist keine stereoskopische Vorstellung möglich; es müsste auf den ersten Blick erwartet werden, dass ein Einfachsehen in diesem Fall gar nicht mehr möglich sei.

Man hat die Thatsache, dass trotz des Mangels der stereoskopischen Vorstellung hier Einfachsehen stattfindet, meistens auf eine Ungenauigkeit der Wahrnehmung zurückgeführt. Aber eine so beträchtliche Ungenauigkeit, wie sie hier angenommen

*) Graefe's Archiv für Ophthalmologie Bd. V. Abth. 2. S. 32 u. f.

werden müsste, widerspricht allen anderen Erfahrungen. Wenn es Ungenauigkeit der Wahrnehmung wäre, wie würden wir dann im Stande sein, sobald einmal Doppelbilder auftreten,

Fig. 11.



die Distanz dieser Doppelbilder so genau zu schätzen? Wir nehmen diese Distanz gerade so gut wahr wie im monokularen Sehen, im monokularen Sehen aber würden wir im Stande sein, noch um das Zehnfache kleinere Entfernungsverschiedenheiten wahrzunehmen, als in diesen Versuchen zur Anwendung kommen. Es kann ferner hier nicht die Rede davon sein, dass etwa blos ein Netzhautbild zur Auffassung gelangte, weil ja die Form des Sammelbildes deutlich zwischen den zwei Einzelbildern genau die Mitte hält.

Es ist aber bei der Erklärung dieser Beobachtungen ein Umstand bisher ausser Rücksicht gelassen worden. Ehe wir zu andern Erklärungsversuchen unsere Zuflucht nehmen, werden wir uns hier wie überall in diesem Gebiet zuerst zu fragen haben: findet sich nicht in Erscheinungen des gewöhnlichen binokularen Sehens eine Uebereinstimmung oder doch eine gewisse Analogie mit den bei den Versuchen in Frage kommenden Thatsachen? Kann es auch beim gewöhnlichen Sehen vorkommen, dass wir in beiden Augen Netzhautbilder von etwas verschiedener Grösse haben, die wir auf ein einfach gesehenes äusseres Object beziehen? Es ist in der That keinem Zweifel unterworfen, dass dieses Vorkommen ein sehr häufiges ist. Sobald ein Gegenstand von beiden Augen ungleich weit entfernt ist, sind die beiden Netzhautbilder von verschiedener Grösse, und erst wenn der Gegenstand etwas von einem Auge ab und dem andern zugedreht ist, werden sie auch von ver-

schiedener Form. Im ersten Fall haben wir einen reinen Grössenunterschied der Netzhautbilder, in dem keinerlei stereoskopische Beziehung gelegen ist, diese tritt erst im zweiten Fall zu dem Grössenunterschied hinzu. Wenn wir ein Object stark seitlich vom Angesicht halten, so aber, dass es noch mit beiden Augen fixirt werden kann, so können wir deutlich bei abwechselndem Schliessen des einen und des andern Auges die verschiedene Grösse, in der es jedesmal erscheint, wahrnehmen. Nichts desto weniger erscheint das Object mit beiden Augen gesehen einfach, und seine Grösse hält die Mitte zwischen den Einzelbildern. Ganz in entsprechender Weise beurtheilen wir nun Objecte von etwas verschiedener Grösse, die wir stereoskopisch combiniren. Aber auch hier ist die Analogie unserer Wahrnehmung eine falsche, denn das im Stereoskop combinirte Bild können wir nie auf einen stark seitlich gelegenen Gegenstand beziehen. Wir haben hier wieder einen Fall, wo durch die künstlichen Bedingungen des Versuchs ein Widerspruch mit den gewöhnlichen Gesetzen des binokularen Sehens gegeben ist, und wo wir diesen Widerspruch unbewusst auszugleichen bestrebt sind, indem wir uns zunächst an die Netzhautbilder und ihre Beurtheilung halten, während wir die nicht damit stimmenden Momente der Wahrnehmung übergehen.

Alle Thatsachen, die wir im Verlauf der Untersuchungen dieser Abhandlung kennen gelernt und zergliedert haben, drängen zu zwei Folgerungen hin, von denen die eine die Gesetze des binokularen Sehens speciell angeht, die andere auf die allgemeinen Gesetze der Vorstellungsthätigkeit ein Licht wirft. Als erste Folgerung nämlich ergiebt sich, dass das binokulare Sehen nicht als ein reines Summiren der Eindrücke beider Augen zu betrachten ist, dass nicht das gemeinsame Sehfeld sich durch directe Mischung der Erregungen correspondirender Netzhautstellen zusammensetzt. Jedes Auge vollzieht vielmehr einzeln seine Wahrnehmung, die beiden Wahrnehmungen wirken getrennt auf die Seele ein, und erst auf dem Wege psychischer Combination entsteht aus ihnen die vollendetere binokulare Gesichtswahrnehmung. Wie schon die Bildung der Wahrnehmung des einzelnen Auges auf einer Reihe psychischer Processe unbewusster Art beruhte, so ist auch die Bildung der binokularen Wahrnehmung nichts anderes als ein unbewusstes Schlussverfahren. Die Einzelwahrnehmungen werden benützt, um daraus Schlüsse zu bilden in Bezug auf die räumliche Ausdehnung und die damit zusammenhängende physische Beschaffenheit der gesehenen Gegenstände.

So ist es nicht blos die eigenthümliche Tiefenwahrnehmung, zu der mit Nothwendigkeit der binokulare Sehact hinführt, sondern es ist ausserdem die Vorstellung der Spiegelung und des Glanzes, die in ganz entsprechender gesetzmässiger Weise aus demselben hervorgeht. Wo aber selbst die Einzelwahrnehmungen sich nicht zu einer gemeinschaftlichen Wahrnehmung vereinigen lassen, da zeigen dieselben trotzdem einen gegenseitigen Einfluss, wie wir dies mit zahlreichen Beispielen binokularer Contrastphänomene belegt haben; doch auch dieser Einfluss lässt sich nicht zurückführen auf irgend welchen physischen Antagonismus, sondern lediglich auf eine Bestimmung des Urtheils von ähnlicher Art, wie sie auch den monokularen Contrasterscheinungen zu Grunde liegt.

Wir sind mit dieser Folgerung zur beweisenden Bestätigung eines Satzes gelangt, den wir bereits am Schlusse der vorangegangenen Abhandlung als nothwendig zur dort gegebenen Theorie der binokularen Tiefenwahrnehmung gefordert hingestellt hatten, des Satzes: dass die Wahrnehmung jedes Auges einzeln zur Auffassung kommt, dass aber im gemeinsamen Sehen durch einen psychischen Process beide Wahrnehmungen zu einem Ganzen verschmelzen. Wir haben jetzt erst auf einem ganz verschiedenen Untersuchungswege einen directen Beweis jenes Satzes gefunden.

Die zweite Folgerung aber, zu der die Untersuchung uns hindrängt, geht über das Gebiet der Gesichtswahrnehmungen hinaus, wenn gleich auch sie mit den Gesetzen des binokularen Sehens unmittelbar zusammenhängt. Es ergiebt sich nämlich weiter, dass wir niemals mehr als *eine* Gesichtsvorstellung gleichzeitig auszubilden im Stande sind. Die Urtheilsprocesse, die im Contrast und in der stereoskopischen Combination zu Tage treten, und die ohne ein gleichzeitiges Zusammenfassen differenter Wahrnehmungen sich nicht denken lassen, geschehen alle in der Unbewusstheit, denn was im Bewusstsein zu Tage tritt, ist nur das *Resultat* dieser Processe. Dieses Resultat ist aber immer eine einheitliche Vorstellung. Nie fassen wir die Wahrnehmungen beider Augen neben einander als einzelne im Bewusstsein auf: was in diesem steht ist immer ein einheitliches Ganze, von dessen Zusammensetzung wir nicht die geringste Kenntniss haben, die wir uns, wie hier geschehen ist, erst auf dem Wege wissenschaftlicher Untersuchung zu erschliessen vermögen. Es sind für diese Folgerung jene Fälle von besonderem Interesse, wo in dem Versuch beiden Augen Wahrnehmungen geboten werden, die nicht zu einer einheitlichen Vorstellung vereinbar sind. Wir haben gesehen, dass

hier theils ein Verfahren nach entfernten Analogien, theils ein eigenthümlicher Kampf des Vorstellens eintritt, die beide nur unter der Voraussetzung einer Einheit der Vorstellung sich erklären lassen, die das gleichzeitige Auffassen differenter Wahrnehmungen in dem Bewusstsein verbietet. Ja der ganze Process des binokularen Sehens stützt sich wieder nur auf diese Einheit der Vorstellung. Ohne sie würde ein solches Zusammenfassen der im Unbewussten nach fortan in derselben Weise sich wiederholenden Gesetzen combinirten Einzelwahrnehmungen zu einer einheitlichen und ungetrennten Vorstellung nicht denkbar sein. Würden sich immerwährend die Einzelvorstellungen gleichzeitig neben einander in unserm Bewusstsein bewegen, so würde es uns unmöglich sein, zusammenfassende Vorstellungen auszubilden, eben weil uns das nicht zu umgehende Vorstellen des Einzelnen daran hindern müsste. Wir würden uns in einem Chaos von Sensationen bewegen, in welchem selbst das Licht des Bewusstseins nicht Ordnung zu schaffen vermöchte, eben weil jenes Chaos mitten im Bewusstsein selber läge. Auch in dieser Hinsicht haben die unbewussten Seelenprocesse eine nicht genug zu würdigende Bedeutung. Sie sind es nicht blos, die aus den beziehungslosen Empfindungen Wahrnehmungen heranbilden, sondern die auch die unmittelbareren und einfacheren Wahrnehmungen selber wieder zu zusammengesetzteren verknüpfen und so Ordnung und System in das Besitzthum unserer Seele hineinbringen, noch ehe mit dem Bewusstsein in dieses Besitzthum jenes Licht gebracht ist, das es uns selber erst kennen lehrt. Unsere Seele ist so glücklich angelegt, dass sie die wichtigsten Fundamente der Erkenntniss uns bereitet, während wir von der Arbeit, mit der dies geschieht, nicht die leiseste Ahnung haben. Wie ein fremdes Wesen steht diese unbewusste Seele da, das für uns schafft und vorbereitet, um uns endlich die reifen Früchte in den Schooss zu werfen. Wir meinen Grosses zu leisten, indem wir diese weiter verarbeiten, und wir denken nicht daran, dass die Frucht erst aus dem Samenkorn hat entstehen müssen.

Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper.

Nr. V.

Von

L. Thiry,

Assistenten am physiologischen Institut in Göttingen.

(Fortsetzung der gleichnamigen Untersuchungen Nr. I—IV im VII., VIII., X. und XII. Bande dieser Zeitschrift.)

In einer Reihe von Aufsätzen, deren Fortsetzung die vorliegende Arbeit bildet, wurden in dieser Zeitschrift von Herrn Prof. Meissner Untersuchungen mitgetheilt über die Veränderungen (Spaltungen), welche die Eiweisskörper durch die Verdauung mit Magensaft und durch anhaltendes Kochen mit Wasser erleiden. Die bisherigen Versuche, soweit sie publicirt wurden, erstreckten sich auf das Hühnereiweiss, das Casein, das Syntonin und das Fibrin.

Je genauer im Laufe der Untersuchungen auch das feinere Detail berücksichtigt wurde und je mehr die Gesichtspunkte sich vervielfältigten, desto dringender stellte sich die Nothwendigkeit heraus, von neugewonnenem Standpunkte aus die früheren Untersuchungen über jene Eiweisskörper, mit welchen zuerst gearbeitet worden war, wieder aufzunehmen, zu versuchen, dasjenige zu ergänzen, worauf früher noch nicht Rücksicht genommen werden konnte und durfte.

Dieses ist nun auch der Grund, warum Herr Professor Meissner die Güte hatte, mir die Wiederaufnahme der Verdauungsversuche über das Hühnereiweiss zu übertragen.

Ich wählte, da ich mit möglichst reinem Material arbeiten wollte, für meine Versuche nicht das durch Hitze geronnene Eiweiss, sondern das mit verdünnter Salzsäure behandelte und

nachher durch Neutralisation ausgefällte Albumin, das sog. Neutralisationspräcipitat, weil ersteres, wenn man auch noch so sorgfältig mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt, doch nie ein so reines Präparat liefert, wie das letztere.

Der Weg, das Neutralisationspräcipitat darzustellen, war schon durch Prof. Meissner in Nr. II. dieser Untersuchungen (VIII. Bd. dieser Zeitschrift) vorgezeichnet, ich glaube aber dennoch wieder darauf zurückkommen und im Zusammenhange seine Bereitung beschreiben zu müssen, weil ich ein besonderes Gewicht auf die Vermeidung von Beimengungen, organischer wie unorganischer Natur, legen möchte.

Zu diesem Zweck vertheilt man das Weisse einer grössern Anzahl Eier (etwa 20) in einer angemessenen Menge Salzsäure von 0,2% HCl und lässt die Mischung, in welcher sich ein grosser Theil des Albumins löst, in Digestionswärme 18—24 Stunden stehen. Durch die Einwirkung der Salzsäure wird, wie a. a. O. von Prof. Meissner gezeigt wurde, das vorher in Wasser lösliche Eiweiss in in Wasser unlösliches verwandelt, muss also, sobald die salzsaure Lösung neutralisirt wird, ausgefällt werden. Das Ende der Einwirkung der Salzsäure erkennt man daran, dass eine herausgenommene Probe beim Kochen nicht mehr coagulirt. Sobald dieser Zeitpunkt (etwa nach 24 Stunden) eingetreten ist, wird die Lösung abfiltrirt, was in der Regel nur durch häufigen Wechsel der Filter in der erforderlichen kurzen Zeit bewerkstelligt werden kann. Das Filtrat wird nun neutralisirt, und der entstandene, bei einiger Concentration breiige Niederschlag auf Filtern gesammelt. Es ist bei dieser Darstellung des Neutralisationspräcipitates ein für allemal die Regel aufzustellen, dass nie so weit neutralisirt werde, bis eben alkalische Reaction zu Tage tritt, sondern nur so weit, dass die Flüssigkeit noch eine Spur saurer Reaction zeigt. Im ersten Falle nämlich bekommt man das Neutralisationspräcipitat immer als eine gallertige Masse, die nachher schwer weiter zu behandeln ist. Andere Nachtheile, welche eine derartige Bereitungsweise mit sich bringt, werden unten zur Sprache kommen.

Wenn die Flüssigkeit von dem Niederschlage gut abgelaufen ist, so bringt man die einzelnen Portionen von den Filtern zusammen auf ein reines Colirtuch und wäscht, unter fortwährendem Umrühren und Zerdrücken etwa zusammengeballter Massen mit dem Spatel, mit heissem destillirten Wasser möglichst oft aus. Darauf bringt man den blendend weissen, fein zertheilten Körper, nachdem alles Wasser abgetropft ist, zum Behufe der vollständigen Wasserentziehung in

absoluten Alkohol, und wenn er mit diesem einige Stunden in Berührung war, unter Aether, mit welchem man ihn eben so lange stehen lässt. Filtrirt man jetzt den Aether ab und presst die gesammelte Masse mit Fliesspapier gehörig aus, so bekommt man, wenn der Aether, dessen Verdunstung durch Vertheilung des Präparates auf Filtrirpapier begünstigt wird, entwichen ist, einen weissen, stäubenden Körper, der sich in der Reibschale, so fein man es wünscht, zerreiben lässt.

Die Behandlung des Neutralisationspräcipitates mit Alkohol und Aether ist die nämliche, wie sie von Prof. Meissner schon früher für die Reindarstellung der Verdauungsproducte des Albumins und verschiedener anderer Proteinstoffe angewendet und beschrieben wurde.

Die Reinheit des so erhaltenen Präparates, welches ich zu gleicher Zeit zur Anstellung von Elementaranalysen und zur Darstellung der Verdauungsproducte, deren Zusammensetzung ebenfalls ermittelt werden sollte, benützte, kann man am besten beurtheilen, wenn man seinen Aschengehalt bestimmt, welcher in den meisten Fällen nur etwa 0,5 % betrug, wovon vielleicht nicht einmal alles auf Verunreinigungen zu rechnen ist.

Zur Anstellung qualitativer Verdauungsversuche ist es nicht nothwendig, das Neutralisationspräcipitat auch noch mit Alkohol und Aether zu behandeln; man kann es bei der Auswaschung mit heissem Wasser auf dem Colirtuche bewenden lassen und die noch feuchten Massen sogleich in Verdauung geben.

Soll das mit Alkohol und Aether behandelte Präparat zu quantitativen Versuchen verwendet werden, so muss es vorher, am besten unter der Luftpumpe über Schwefelsäure, getrocknet werden.

Verdauung des Neutralisationspräcipitates mit künstlichem Magensaft. Der künstliche Magensaft, dessen ich mich bediente, ist auch in diesen Versuchen ganz der gleiche geblieben, wie er immer von Prof. Meissner gebraucht wurde; er ist eine Lösung einer angemessenen Menge Pepsin in 0,2 % Salzsäure.

Trotzdem dass das Neutralisationspräcipitat in 0,2 % Salzsäure löslich ist, so bietet es doch, wenn es einmal längere Zeit ausgefällt, besonders aber, wenn es getrocknet war, der Auflösung durch dieselbe ziemlichen Widerstand dar; die Lösung erfolgt erst nach längerer Zeit. Sobald aber zugleich mit der Salzsäure Pepsin einwirkt, so erhält man in verhältnissmässig viel kürzerer Zeit in Brutwärme eine opalisirende Lösung, die sich auch viel leichter filtriren lässt, als eine

rein saure Lösung einer gleichen Menge Neutralisationspräcipitat. Die übrigen (physikalischen) Eigenschaften dieser Verdauungsflüssigkeit sind natürlich ganz die gleichen, wie die des verdauten, durch Hitze geronnenen oder frischen Eiweisses, und es genügt deshalb, auf das, was über diesen Punkt in dieser Zeitschrift Bd. VII. pag. 9 gesagt ist, zu verweisen.

Auch der Angabe ist nichts beizufügen, dass bei der Neutralisation der Verdauungsflüssigkeit ein in Wasser unlöslicher Körper ausfällt, welcher nicht identisch ist mit dem Neutralisationspräcipitat, das Parapepton. Ebenso findet sich a. a. O. pag. 6 und im VIII. Bd. dieser Zeitschrift pag. 10 das Nöthige über die Reactionen des letzterwähnten Körpers.

Die beim Fibrin gewonnene Thatsache, dass das sogenannte Metapepton (der durch schwaches Ansäuern aus der vorher neutral gemachten und vom Parapepton abfiltrirten Verdauungsflüssigkeit fällbare Körper) nur ein vorübergehendes Spaltungsproduct ist, und dass es bei möglichst vollständiger Verdauung verschwindet (Meissner und Büttner in dieser Zeitschrift Dritte Reihe Bd. XII. pag. 51), kann ich für das Albumin vollkommen bestätigen.

Nach Entfernung des Parapeptons und etwaigen Metapeptons, befindet sich in der von diesen abfiltrirten klaren Lösung noch eine beträchtliche Menge eiweissartiger Substanz, welche bisher als ein Körper, nämlich als das Pepton des Albumins angesehen wurde, welche aber nicht durchaus gleichartig ist, sondern aus zwei Peptonen besteht. Die Untersuchungen von Prof. Meissner und C. Büttner haben ergeben, dass nach Ausfällung jener beiden Körper, des Parapeptons und Metapeptons, beim Fibrin das Filtrat noch drei Peptone enthält, von welchen das a-Pepton durch Blutlaugensalz aus sehr schwach saurer Lösung und durch Salpetersäure, das b-Pepton nicht durch Salpetersäure, aber durch Blutlaugensalz aus stärker essigsaurer Lösung, das c-Pepton aber durch keines der genannten Reagentien gefällt wird, aber unter Anderm noch durch Gerbsäure nachgewiesen werden kann.

Nach diesem Verfahren habe ich nun auch das Albumin untersucht, und es stellte sich dabei heraus, dass nach Entfernung des Parapeptons und Metapeptons durch concentrirte Salpetersäure kein Niederschlag entsteht, also auf keinen Fall das Analogon des a-Peptons des Fibrins vorhanden ist, dass dagegen Essigsäure in Verbindung mit gelbem Blutlaugensalz einen in Flocken sich abscheidenden und daher leicht filtrirbaren Niederschlag bewirkt, der also das Analogon des b-Peptons

beim Fibrin sein muss. Im Filtrat davon erhält man mit Gerbsäure noch einen ganz bedeutenden Niederschlag, das c-Pepton.

Um diese Reactionen rein zu bekommen, ist es nothwendig, dass durch genaue Neutralisation alles Parapepton entfernt sei, und dass etwaiges Metapepton (bei unvollständiger Verdauung) sorgfältig mit Essigsäure entfernt werde, was man am leichtesten vollständig dadurch bewirkt, dass man die angesäuerte Flüssigkeit mit dem Niederschlage wenigstens zwölf Stunden stehen lässt. Besonders störend sind ganz kleine Mengen Metapepton (die der Beobachtung sehr leicht entgehen), weil dasselbe mit Salpetersäure und mit Blutlaugensalz Fällungen gibt, wodurch in Bezug auf die Abwesenheit des a-Peptons leicht Irrungen entstehen könnten.

Durch Hitze geronnenes Eiweiss zeigt bei der Verdauung durchaus keine Abweichungen von dem Neutralisationspräcipitat.

Ausser diesen wenigen Punkten, welche ergänzt werden mussten, kann ich dem, was in Nr. I und II dieser Untersuchungen über die Verdauung des Hühnereiweisses und über die Reactionen seiner Spaltungsproducte gesagt ist, nichts Neues mehr beifügen und gehe deswegen gleich zu den Veränderungen über, welche das Neutralisationspräcipitat durch anhaltendes Kochen mit Wasser erleidet, muss aber vorher noch einmal an die Bereitung desselben anknüpfen, die gerade hier von ganz besonderer Wichtigkeit ist. Es kommt nämlich hier mehr, als bei der Verdauung vermittelst sauren Magensaftes, darauf an, welche Reaction (es handelt sich nur um ganz geringe Unterschiede) bei der Ausfällung des Neutralisationspräcipitates geherrscht hat, ob eine schwach saure oder eine schwach alkalische. Je nach dem das eine oder das andere der Fall war, verhält sich das Präcipitat sehr verschieden beim Kochen. Wahrscheinlich sind diese Verschiedenheiten dadurch bedingt, dass man es ein Mal mit freiem Albumin oder vielleicht auch mit einer Verbindung mit Säure zu thun hat, ein anderes Mal mit Verbindungen desselben mit Alkali, über deren Natur sich aber bis jetzt nichts weiter aussagen lässt. Jedenfalls sind es bei dem gewiss sehr hohen Atomgewichte des Albumins nur geringe Mengen von Alkali, die schon hinreichen das ganze Verhalten jenes zu verändern.

Als Norm gelten in den folgenden Versuchen nur diejenigen Resultate, welche mit solchen Präparaten gewonnen sind, die in der als allein richtig geschilderten Weise bereitet wurden; nur diese dürfen mit den Untersuchungen über andere

Eiweisskörper verglichen werden, sofern auch Prof. Meissner stets die alkalische Reaction bei diesen Untersuchungen vermied, und ich werde deshalb, wenn nichts dabei bemerkt wird, immer unter Neutralisationspräcipitat das bei noch schwach saurer Reaction ausgefällte Präparat verstehen. Worin aber das unterscheidende Verhalten des anders bereiteten Präparates besteht, das werde ich zuletzt, wenn die durch Kochen bewirkten Vorgänge beschrieben sind, anführen.

Man thut wohl, für das Kochen keine zu kleine Quantität Eiweiss zu verwenden, theils weil die Reactionen, auf welche es ankommt, etwas concentrirtere Lösungen erfordern, um mit der gehörigen Bestimmtheit hervorzutreten, theils weil bei dem häufigen Abfiltriren der Flüssigkeit ein grösserer Verlust an Substanz, welche an sich schon durch das, was sie an das Wasser abgiebt, immer weniger wird, nicht zu vermeiden ist, wodurch man leicht in die Unmöglichkeit versetzt werden könnte, das Kochen zu Ende zu führen oder eine für weitere Untersuchungen genügende Menge Rückstand zu behalten. Von Neutralisationspräcipitat aus 15 bis 20 Eiern gewinnt man, wenn dasselbe jeden Tag 8 bis 10 Stunden gekocht wird, im Anfang täglich, später alle 3 bis 4 Tage eine genügende Menge in Lösung gegangener Substanz, um damit die nöthigen qualitativen Untersuchungen anstellen zu können. Kommt es darauf an, die gelösten Stoffe in trockenem Zustande zu erhalten, so ist es zweckmässig, in etwas längeren Pausen abzufiltriren, weil ihre Menge doch nie sehr beträchtlich ist, und man im anderen Falle eine zu grosse Anzahl einzelner, für sich zu behandelnder, kleiner Portionen bekäme, welche einen bedeutenden Verlust bedingen würden.

Wie schon vom Syntonin, Casein und Fibrin bekannt ist, wird auch ein Theil des in Wasser unlöslichen Eiweisses durch kochendes Wasser gelöst, aber nicht als solches, sondern indem es in eine Anzahl in ihrem chemischen Verhalten verschiedene Körper gespalten wird. Diese Körper sind aber an Zahl und in allen ihren Reactionen vollkommen identisch mit den auf dem Wege der künstlichen Verdauung erhaltenen Spaltungsproducten, und der Vorgang beim Kochen unterscheidet sich, abgesehen von dem Unterschiede in der Zeit, nur dadurch von der Verdauung, dass ein Körper, der in einer verdauten Eiweisslösung nur vorübergehend als ein nicht definitives Spaltungsproduct angetroffen wird, das Metapepton, hier nie fehlt, wenn auch noch so lange gekocht wird. Kochendes Wasser wirkt in so fern schwächer, als das Fer-

ment Pepsin in Verbindung mit Salzsäure, und vermag die Ueberführung in die definitiven Spaltungsproducte nicht mit der Schnelligkeit und Vollständigkeit durchzuführen, wie dieses. Wird daher durch Kochen erhaltenes Metapepton, welches also durch kräftigere Agentien einer noch weiteren Umwandlung fähig ist, in Verdauung gegeben, so verwandelt es sich durch die Einwirkung des Pepsins und der Salzsäure in b- und c-Pepton. Die Reactionen des Albumin-Metapeptons sind ausser seiner Fällbarkeit durch schwache Säuren folgende: Es wird gefällt durch schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenchlorid, salpetersaures Quecksilberoxydul, Sublimat, basisch essigsaures Blei und Ferrocyankalium aus essigsaurer Lösung (es muss über den Punkt hinaus angesäuert werden, bei welchem das Metapepton fällbar ist). Millon's Reagens bewirkt beim Erwärmen die bekannte rothe Farbe. Concentrirte Säuren bewirken Niederschläge, von denen die durch concentrirte Salzsäure und Schwefelsäure hervorgebrachten sich im Ueberschusse leicht, der durch Salpetersäure bewirkte aber sich im Ueberschusse nur schwer wieder löst. Das Verhalten gegen Alkohol ist das gleiche, wie das des Fibrin-Metapeptons. Eine mit Hülfe von etwas Ammoniak bereitete opalisirende Lösung desselben in Wasser klärt sich durch einen geringen Zusatz von absoluten Alkohol auf, und erst wenn man viel zugesetzt hat, fängt die Lösung an sich zu trüben, ohne dass aber eigentliche Fällung entsteht. Wir müssen deswegen auch das Albumin-Metapepton als in Weingeist löslich bezeichnen, und ich zweifle nicht daran, dass der Theil des in wässrige Lösung gegangenen Hühnereiweisses, welchen Mulder in Alkohol löslich fand, zum grössten Theil Metapepton war (Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 47. pag. 300).

Noch ein Verhalten des Metapeptons gegen Säuren muss ich erwähnen. In mehreren Versuchen nämlich, als ich das Metapepton in saure Lösung zu bringen suchte, das Filter, auf dem es sich befand, zu diesem Zweck mit 0,2% Salzsäure ausspülte, bemerkte ich, dass es zwar anfänglich leicht und klar in Lösung ging, bald aber wieder in Flocken herausfiel, so dass es wieder abfiltrirt werden konnte. So verhielt es sich gegen Salzsäure und Schwefelsäure. Der gleiche Versuch konnte mit demselben Metapepton bei immer steigendem Säuregrade mehrere Male gemacht werden. Die Säuerung ging dabei nie über 1% hinaus. Das Albumin-Metapepton wird also, wenn es mit Säuren (geringer Concentration) in Berührung ist, immer unlöslicher in denselben, und diesem Umstande ist es wahrscheinlich zuzuschreiben, dass die Ver-

dauung desselben mit künstlichem Magensaft viel schwerer, als mit jedem anderen Eiweisskörper, vor sich geht.

Wenn das Metapepton aus der beim Kochen des Albumins gewonnenen neutralen Lösung vermittelst Essigsäure ausgefällt ist, und wenn man zur vollständigen Abscheidung 12 Stunden hat stehen lassen (weil man dann erst sicher ist, dass alles Metapepton niedergeschlagen ist), so findet man im Filtrate keinen durch ferneren Zusatz von Essigsäure fällbaren Körper mehr. Setzt man aber der essigsauren Lösung einige Tropfen Ferrocyankalium zu, so bekommt man zwar, wenn nicht stärker angesäuert wurde, als zur Ausfällung des Metapeptons nothwendig war, nicht sogleich einen Niederschlag, derselbe tritt aber sofort ein, wenn man noch einige Tropfen Essigsäure hinzufügt. Somit findet sich auch hier das b-Pepton wieder.

Im Filtrat von diesem Niederschlage ist noch das c-Pepton durch Gerbsäure nachweisbar.

Wenn das Neutralisationspräcipitat unter angemessenem Wechsel des Wassers einige Zeit gekocht worden ist, so giebt dasselbe zuletzt nichts mehr an das Wasser ab; es stellt dann eine braun gefärbte, sandig anzufühlende Masse dar, welche nichts anderes ist, als das in Wasser unlösliche, nach der Spaltung des Albumins zurückbleibende Parapepton. Es finden sich also hier alle Spaltungsprodukte wieder, welche bei der künstlichen Verdauung des Eiweisses auftreten.

Wenn der Rückstand vom Kochen auf irgend eine Weise in Lösung gebracht ist, so wird derselbe durch Neutralisation vollständig wieder ausgefällt, ohne etwas in Lösung zu hinterlassen. Wird er mit künstlichem Verdauungssaft digerirt, so löst er sich (nur schwierig) ohne weitere Spaltungen einzugehen. In Salzsäure allein löst er sich nur sehr schwer.

Ich habe oben erwähnt, dass ein Neutralisationspräcipitat, welches man durch Neutralisation bis zum Beginn alkalischer Reaction ausgefällt hat, sich beim Kochen anders verhalte, als das auf die gewöhnliche Art erhaltene. Diese Verschiedenheit besteht darin, dass die Spaltung überhaupt nur sehr langsam und unvollkommen geschieht, und dass kein Metapepton gebildet wird. Es kann geschehen, dass beim Kochen die ganze Menge solchen Eiweisses allmälig in Lösung geht, welche letztere dann schwach alkalisch reagirt. Durch Neutralisiren kann nach mehrtägigem Kochen dieser Lösung das Eiweiss noch fast ganz unverändert wieder ausgefällt werden. Ein Beispiel wird das Gesagte am besten erläutern.

Eine Portion eines derartigen Präparates wurde anhaltend gekocht und ging ganz in Lösung über. Von Fäulniss war,

weil täglich gekocht wurde, keine Spur zu bemerken. Nach etwa acht Tagen wurde ein Theil untersucht. Durch genaue Neutralisation fiel das unveränderte Eiweiss heraus, welches abfiltrirt wurde. Im Filtrat davon brachte zuerst schwaches dann stärkeres Ansäuern keine Spur von Fällung hervor, auch bewirkte Gerbsäure nur einen schwachen Niederschlag. Ich neutralisirte nun mit wenigen Tropfen Essigsäure die ganze Lösung bis schwach saure Reaction hervortrat und alles unveränderte Eiweiss in feinen Flocken herausgefallen war. Jetzt kochte ich wieder etwa vier Tage, nach deren Verlauf die Flüssigkeit abermals von dem Niederschlage abfiltrirt und untersucht wurde. Sie enthielt eine verhältnissmässig sehr beträchtliche Menge von gelösten Eiweissstoffen, von denen der eine durch schwaches Ansäuren vermittelst Essigsäure (Metapepton), der andere durch Ferrocyankalium aus essigsaurer Lösung, und der dritte endlich durch Gerbsäure (Pepton) ausgefällt wurde. Auch im weiteren Verlaufe des Kochens zeigten sich keine von dem normalen Verhalten verschiedene Erscheinungen mehr.

Es ist offenbar, dass das Alkali in diesem Falle ein Bestreben hatte, das Albumin, mit dem es in Verbindung war, in seiner Zusammensetzung zu erhalten gegenüber der Einwirkung des kochenden Wassers, eine Erscheinung, die lebhaft an die Unwirksamkeit des Magenfermentes in neutraler oder gar alkalischer Lösung erinnert.

Die Literatur über den behandelten Gegenstand (Kochen des Albumins mit Wasser) ist von Prof. Meissner im VIII. Bande dieser Zeitschrift p. 23 u. f. so vollständig angegeben, dass es unnütze Wiederholung wäre, dieselbe noch einmal anzuführen.

Die genuinen Eiweisskörper unterscheiden sich in so vielen Punkten von den Verdauungsproducten, von dem ihnen noch näherstehenden Parapepton sowohl wie von den ihnen ferneren Peptonen, dass sich die Frage als eine der ersten aufdrängen musste, ob diese Verschiedenheiten ihren Grund in einer verschiedenen Zusammensetzung haben (bekanntlich kann hier nur von der procentischen Zusammensetzung die Rede sein) oder nicht. Was man bisher untersucht hat, um diese Frage zu beantworten, war ein Gemenge verschiedener, jetzt scharf von einander zu trennender Spaltungsproducte (Lehmann, Physiolog. Chemie Bd. I. p. 318). Von diesem stellte sich nun allerdings heraus, dass es eine gleiche procentische Zusammensetzung mit dem Körper, aus dem es hervorgegangen ist, besitze. Es ist aber klar, dass, wenn ein Körper, ohne

von aussen etwas aufzunehmen (etwa Sauerstoff), in eine Anzahl unter sich noch so verschieden zusammengesetzter Körper zerfällt, das Gemenge derselben immer noch die gleiche procentische Zusammensetzung haben muss, wie der Körper, aus dem es hervorgegangen ist. Ebenso selbstverständlich ist es, dass ein Gemisch nur qualitativ verschiedener, in ihrer procentigen Zusammensetzung gleicher Spaltungsproducte ebenfalls gleiche Zusammensetzung mit dem ursprünglichen Körper haben muss. Beides ist in unserem Falle möglich, welches das Richtige ist, wird sich unten ergeben.

Indem ich es unternahm, diese Fragen, welche eine natürliche Folge von Prof. Meissner's Entdeckungen waren, zur Entscheidung zu bringen, die Zusammensetzung der Verdauungsproducte zu ermitteln, glaubte ich mich nicht auf die Angaben Anderer über die Zusammensetzung des Albumins bei der Vergleichung meiner Resultate verlassen zu müssen, theils weil das Material (Neutralisationspräcipitat), mit welchen ich arbeitete, ein in vielen Punkten anderes war, theils weil ich, wenn das Neutralisationspräcipitat auch keine anderen Präparaten gegenüber eigenthümliche Zusammensetzung besitzt, durch die mir mögliche vollständigere Reindarstellung sicherere und vergleichbarere Resultate zu erzielen hoffte, als es bisher möglich war.

Ich glaube, dass diese Gründe genügen werden, zu entschuldigen, wenn ich der grossen Menge von Analysen, welche über das Albumin existiren, noch neue hinzufüge.

Wie schon in der dritten Fortsetzung dieser Untersuchungen (d. Zeitschrift Bd. X) bemerkt ist, dass, bevor man es unternehmen könnte, die Verdauungsproducte zu analysiren, es möglich sein müsste, dieselben auf indifferente Weise zu isoliren und rein darzustellen, habe auch ich es vor Allem für meine Aufgabe gehalten, Mittel und Wege aufzusuchen, gedachten Zweck zu erreichen. Für das Neutralisationspräcipitat war der Weg der Reindarstellung bald gefunden; es ist derselbe, der oben ausführlich beschrieben wurde. Die Methode hat das Bequeme, dass die Manipulationen unbegrenzt oft wiederholt werden können, das Präparat also bis zu einer gewissen Gränze auf einen willkürlichen Grad der Reinheit gebracht werden kann.

Aehnliches gilt vom Parapepton; seine Darstellung war folgende: Eine angemessene Menge von Neutralisationspräcipitat wurde mit künstlichem Magensafte verdaut, und aus der filtrirten Lösung das Parapepton auf die gewöhnliche Weise ausgefällt, um darauf ganz wie das Neutralisationspräcipitat gerei-

nigt zu werden; es wurde auf einem Colirtuche mit heissem Wasser ausgewaschen und hierauf mit Alkohol und Aether behandelt. Vor dem Gebrauche wurde die Substanz unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet.

Mit viel mehr Schwierigkeiten hat man zu kämpfen, wenn man es versucht, reine Peptone zu erhalten. Ich habe zuerst aus verdautem Eiweiss mir dieselben zu verschaffen gesucht, und habe deswegen das nach der Ausfällung des Parapeptons neutrale Filtrat bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, das Pepton mit Alkohol ausgefällt und das Gefällte mit Aether behandelt, also den gleichen Weg eingeschlagen, den schon früher Professor Meissner zur Darstellung der gleichen Substanz benützt hat. Das so gewonnene Präparat ist aber in mehrfacher Hinsicht unbrauchbar. Zuerst findet sich in demselben das Pepsin und seine etwaigen Umwandlungsproducte, die, wenn sie auch nur in sehr geringer Menge vorhanden sind, doch, wenn es möglich ist, vermieden werden müssen. Ferner ist es nicht möglich die Salze, namentlich das Chlorkalium oder Chlornatrium, ganz wegzubringen. Das Pepton ist nämlich nur in ganz absolutem Alkohol unlöslich, in etwas wasserhaltigen geht eine beträchtliche Menge davon über, und wir müssten deswegen eine unverhältnissmässige Masse von absolutem Alkohol zur Entfernung der Chloride verbrauchen, und welchem Verlust man dann wieder auf andere Weise ausgesetzt wäre, weiss Jeder. Das Gesagte wird noch begreiflicher werden, wenn ich anführe, dass das Pepton, welches in der angegebenen Weise mit Alkohol ausgefällt und mit Aether behandelt ist, immer gegen 50% Chloralkalien, also eine ganz ungeheure Menge davon enthält. Andere Wege, das durch künstliche Verdauung bereitete Pepton rein zu bekommen, die mir offen standen, habe ich deswegen nicht gewählt, weil alle zu eingreifende Operationen bedingen, die ich meinem Pepton nicht zumuthen wollte. Dahin gehören die Ausfällung mit basisch essigsaurem Blei, Quecksilberchlorid etc. Es ist klar, dass das Gemisch von Spaltungsproducten, welches Lehmann darstellte, mit viel grösserer Leichtigkeit verhältnissmässig rein zu erhalten war, da er nicht genöthigt war das Parapepton zu trennen.

Der Grund, warum ich die Chloralkalien so sehr fürchte, und ihre vollständige Entfernung oder Abwesenheit wünsche ist der, dass, wenn sie gegenwärtig sind, eine genaue Aschenbestimmung fast ganz unmöglich ist. Wir begegnen hier den nämlichen Schwierigkeiten, welche bei der Aschenbereitung thierischer Substanzen überhaupt entgegentreten. Alle eiweiss-

artigen Stoffe sind durchweg nur in höheren Hitzegraden, bei denen auch die Chloralkalien sich theilweise verflüchtigen, vollständig verbrennlich, wodurch natürlich bewirkt wird, dass die Asche zu niedrig, der Werth für die organische Substanz aber zu hoch ausfällt. Wollte man, um nichts unversucht zu lassen, die Verbrennung in einem Glasrohr vornehmen, wo die entweichenden Dämpfe durch Asbest streichen müssen, damit hier die Chloralkalien zurückgehalten würden, um sie nachher bei der Wägung des ganzen Rohres mit zu wiegen, so müsste man die im Asbest ebenfalls abgesetzten Kohlenwasserstoffe, welche verbrennende Proteinstoffe immer massenhaft entwickeln, mitwägen, oder man müsste sie zu verbrennen suchen, wodurch man am Ende doch noch einen Verlust an Chloralkalien erleiden würde. Ein noch anderer Weg wäre der, die gewogene Substanz in Wasser zu lösen und vermittelst Silber eine Chlorbestimmung zu machen, um aus dem Chlorgehalt entweder das Chlorkalium oder das Chlornatrium zu berechnen, je nach dem mit Kali oder Natron neutralisirt worden war. Aber auch dieser Weg ist unausführbar, weil durch das salpetersaure Silberoxyd auch das Pepton gefällt wird, abgesehen davon, dass wir soeben nur die Chloralkalien, aber nicht auch die übrigen Aschenbestandtheile bestimmen würden.

Musste ich nun aufgeben, was freilich viel besser gewesen wäre, durch Verdauung erzeugtes Pepton zu verwenden, so stand mir doch noch ein anderer Weg offen, Pepton zu gewinnen, nämlich durch Kochen des Neutralisationspräcipitates mit Wasser, ein Weg, der ein absolut reines Präparat zu liefern versprach. Hier war nur das Metapepton wegzubringen durch irgend eine, willkürlich gewählte, wieder entfernbare Säure (Schwefelsäure); Salzsäure, die bei der Verdauung nicht wohl zu ersetzen ist, war hier nicht zugegen, daher die besonders störenden Chloralkalien vermieden wurden.

Die Peptonlösungen, wie ich sie durch Kochen des Neutralisationspräcipitates von vier zu vier Tagen oder in längeren Pausen erhielt, wurden eine jede mit verdünnter Schwefelsäure so lange tropfenweise versetzt, bis das Metapepton herausfiel, und hierauf etwa 12 Stunden stehen gelassen. Das Filtrat davon wurde sodann mit feingeriebenem kohlensaurem Baryt versetzt und mit diesem auf dem Wasserbade unter häufigem Umrühren ziemlich weit eingedampft. Wenn jetzt das von dem schwefelsauren und überschüssig zugesetzten kohlensauren Baryt Abfiltrirte ganz frei von Schwefelsäure war, so wurde bis zur Syrupconsistenz abgedampft, mit Alkohol

das Pepton ausgefällt und mit Aether wie gewöhnlich behandelt. So wäre es möglich gewesen ein ganz reines Pepton zu erhalten, wenn nicht ein wenig erwarteter Umstand eingetreten wäre. Das Pepton löste nämlich unter Austreibung der Kohlensäure Baryt auf und verband sich mit diesem zu Barytpepton. Aus den genaueren Angaben, welche unten folgen, wird man sehen, dass die Menge des aufgenommenen Baryts keine unbeträchtliche war; sie betrug 8—12 % Baryt in der getrockneten Verbindung. Das Barytpepton stellt über Schwefelsäure unter der Luftpumpe getrocknet eine gelbweisse, fein pulverisirbare, hygroskopische Masse dar.

Als ich das erste Mal dies Verhalten des Peptons gesehen hatte, vermuthete ich, dass die Menge des aufgenommenen Baryts immer eine gleiche sein müsste, dass, mit anderen Worten, das Verhältniss in dem beide sich verbinden ein festes, unveränderliches sei. Dem war aber leider nicht so; die Mengen des Barytes sind, wenn auch in nicht sehr weiten Gränzen, wechselnd. Die Lösung des Barytpeptons reagirt deutlich alkalisch. Der Baryt ist in dieser Verbindung als solcher enthalten und nicht blos als kohlensaurer Baryt gelöst; der trockene Körper zeigt, wenn er mit einer starken Säure befeuchtet wird, keine Spur von Gasentwickelung. Das Pepton verhält sich demnach wie eine schwache Säure, stärker als Kohlensäure, aber doch nicht so stark, um die alkalischen Eigenschaften des Barytes verdecken zu können. Dass durch freie Kohlensäure der Baryt aus dieser Verbindung nicht fällbar ist, bedarf kaum der Erwähnung; er fällt aber sofort heraus, sobald dem Pepton statt des Baryts eine andere Basis angeboten wird: kohlensaure Alkalien fällen also den Baryt aus dieser Verbindung. Noch leichter geschieht diese Fällung mit schwefelsauren Salzen, durch welche man leicht das Barytpepton in andere Verbindungen umwandeln kann. Ausserdem bekommt man Fällung des Baryts mit freier Schwefelsäure und mit freier Oxalsäure, durch letztere aber schwerer und erst nach einiger Zeit.

Alkohol fällt sammt dem Pepton auch den Baryt, Gerbsäure aber nur das Pepton; den Baryt findet man im Filtrate vom Gerbsäureniederschlag.

Die sonstigen Reactionen des Barytpeptons sind ganz die gleichen, wie die des reinen Peptons, ausser dass, weil die Verbindung alkalisch reagirt, schon durch neutrales essigsaures Bleioxyd Fällung entsteht (reines Pepton wird nur durch basisch essigsaures Blei gefällt). Ebenso wenig finde ich Unterschiede in den Reactionen bei anderen aus der Ver-

bindung mit Baryt dargestellten Verbindungen des Peptons mit Basen. Da ich keinen anderen Weg mehr wusste, das Pepton auf indifferente Weise rein darzustellen, so habe ich die Barytverbindung des Peptons zur Analyse verwendet; sie bietet den Vortheil, dass sie leicht in der geeigneten Form zu erhalten ist, und dass die Aschenbestimmung mit Sicherheit ausgeführt werden kann. Einige Unbequemlichkeiten, welche auch hierbei vorhanden sind, kommen unten zur Sprache.

Um eine durchaus gleichartige Substanz zu erhalten, wäre es freilich nothwendig gewesen, auch das b-Pepton von dem c-Pepton zu trennen. Sein Verhalten gegen Reagentien ist aber derart, dass es nur durch für meine Zwecke ganz unzulässige Operationen möglich gewesen wäre, es von dem c-Pepton zu trennen. Ich habe mir um so weniger Mühe gegeben, gedachten Zweck zu erreichen, da das b-Pepton im Vergleich mit dem c-Pepton beim Albumin in so kleiner Menge auftritt, dass es eben hinreicht, die unterscheidenden Reactionen zu geben, Mengen, die auf die Analyse nur geringen oder gar keinen Einfluss haben. In dieser Hinsicht aber ist die Reindarstellung der Peptone allerdings noch mangelhaft.

Ich glaube nicht viele Worte darüber verlieren zu müssen, dass alle Analysen, welche mit Stoffen angestellt worden sind, deren Gewinnung analog war der obigen (Kochen von Eiweiss, Mulder's Proteintritoxyd, Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 47. pag. 300), deswegen mit meinen Resultaten gar nicht verglichen werden können, weil theils das Material, aus dem ich meine Producte gewonnen habe, durch Reinheit, wie durch die Art der Darstellung verschieden ist (Neutralisationspräcipitat), theils weil die gewonnenen Producte selbst wieder (bis zu einem gewissen Grade) keine Gemische, sondern von allem sich different Verhaltenden getrennte, rein dargestellte Körper sind.

Bekanntlich ist die Verbrennung der Eiweisskörper vermittelst Kupferoxyd (Scheerer, Annal. d. Chem. u. Pharm. Band 40) nicht zulässig, indem der Kohlenstoffgehalt, wie auch ich erfahren habe, immer um etwa zwei Procente zu gering ausfällt. Die Verbrennung muss entweder mit Chromblei oder im Sauerstoffstrome bewerkstelligt werden; letzteres ist vorzuziehen. Beide Methoden sind von mir angewendet worden.*)

*) Dass alle Vorsichtsmassregeln, welche ein Stickstoff- und Schwefelhaltiger Körper erfordert, gebraucht wurden, versteht sich von selbst.

Die Stickstoffbestimmungen wurden grösstentheils nach der Dumas'schen Methode gemacht, und die Schwefelbestimmungen durch Verpuffen mit einem Gemisch von Kali und Salpeter ausgeführt.

Den Phosphor habe ich bis jetzt noch nicht bestimmt.

Von dem nach der oben beschriebenen Methode dargestellten Neutralisationspräcipitat gaben im Sauerstoff verbrannt:

0,379 Gr. Substanz 0,002 Gr. (0,53%) Asche. (In den folgenden Angaben ist die Asche immer in Abrechnung gebracht.)

I. 0,459 Gr. Substanz gaben 0,300 HO und 0,8625 CO^2.

II. 0,433 Gr. Substanz gaben 0,2775 HO und 0,814 CO^2.

III. 0,4487 Gr. Substanz gaben 0,2835 HO und 0,844 CO^2.

IV. 0,48 Gr. Substanz gaben 0,308 HO und 0,903 CO^2.

V. 0,669 Gr. Substanz gaben 0,1108 Gr. N (91 CC Gas bei 752 Mm. Barometerstand und 6° C. Temperatur).

VI. 0,3831 Gr. Substanz gaben 0,81 Gr. Platinsalmiak. (Varrentrap-Will'sche Methode.)

VII. 0,2895 Gr. Substanz gaben 0,0465 Gr. BaO. SO^3.

VIII. 0,2890 Gr. Substanz gaben 0,0445 Gr. BaO. SO^3.

Von Neutralisationspräcipitat anderer Bereitung, dessen Asche (0,681%) bei Angabe der Substanz ebenfalls in Abrechnung gebracht wurde, gaben:

IX. 0,2821 Gr. Substanz 0,045 BaO. SO^3 und

X. 0,3308 Gr. Substanz 0,048 BaO. SO^3.

Berechnung in Procenten.

	H.	C.	N.	S.	O u. P.
I.	7,26	51,24			
II.	7,12	51,3			
III.	7,02	51,29			
IV.	7,13	51,25			
V.			16,56		
VI.			15,86 *)		
VII.				2,20	
VIII.				2,11	
IX.				2,18	
X.				2,02	
Mittelzahlen:	7,13	51,37	16,00	2,12	23,38

*) Die Differenz in den beiden Stickstoffbestimmungen erklärt sich aus den verschiedenen Methoden, nach denen sie angestellt sind. Die Methode von Dumas giebt bis zu 0,5% zu hohe, und die Varrentrap-Will'sche bis zu 0,2% zu niedrige Werthe.

Von trockenem Parapepton (Asche = 0,826 % wieder abgerechnet) gaben in Sauerstoff verbrannt:

I. 0,3963 Gr. Substanz 0,7485 CO^2 und 0,2550 HO.

II. 0,3169 Gr. Substanz 0,2055 HO und 0,596 CO^2.

Bei Verbrennung mit Chromblei (Andere Substanz; Asche = 0,3 % ebenfalls nicht mitgerechnet) gaben:

III. 0,47208 Gr. Substanz 0,315 HO und 0,8865 CO^2.

IV. 0,4936 Gr. Substanz = 71 CC. N bei 747,8 Mm. Barometerstand und 20° C. Temperatur.

V. 0,3585 Gr. Substanz = 0,0555 BaO. SO^3.

Berechnung in Procenten.

	H.	C.	N.	S.	O u. P.
I.	7,14	51,5			
II.	7,20	51,29			
III.	7,41	51,23			
IV.			16,185		
V.				2,12	
Mittelzahl.	7,25	51,34	16,18	2,12	23,11

Das Parapepton stimmt somit in der procentigen Zusammensetzung mit dem ursprünglichen Eiweiss, dem Neutralisationspräcipitat vollkommen überein.

Zu den Schwierigkeiten, welche eiweissartige Körper überhaupt der Analyse entgegenstellen, gesellen sich beim Pepton und besonders beim Barytpepton noch neue hinzu. Die einen, welche von den hygroskopischen Eigenschaften desselben herrühren, lassen sich in der bekannten Weise leicht vermeiden, die anderen aber, die durch die Aschenbestimmung bedingt werden, verfehlen nicht, ihren nachtheiligen Einfluss auf die Berechnung der Analyse auszuüben. Es ist schon oben angegeben worden, dass in dem Barytpepton der Baryt als solcher und nicht als kohlensaurer Baryt enthalten sei. Verbrennt man aber zum Behufe der Aschenbestimmung eine gewogene Menge der Verbindung, so bleibt der Baryt mit Kohlensäure verbunden zurück (er braust mit Säuren), oder als salpetersaurer Baryt, wenn man zur vollständigen Verbrennung der Kohle mit Salpetersäure befeuchtet hat. Wollte man diese Asche in Rechnung bringen, so wäre dieses sehr verfehlt, man muss im Gegentheil den Aschenrückstand mit Schwefelsäure befeuchten und wieder glühen, um aus dem

schwefelsauren Baryt das Baryumoxyd berechnen zu können. Weil sich aber in der Asche des Barytpeptons ausserdem noch andere Salze befinden, so muss der gewogene schwefelsaure Baryt mit Salzsäure-haltigem Wasser wiederholt ausgewaschen, wieder geglüht und zum zweiten Male gewogen werden, um aus dem Verlust die Chloralkalien (oder vielmehr die aus diesen hervorgegangenen schwefelsauren Salze*) etc.) zu berechnen. Der verhältnissmässig nicht unbedeutende Gehalt des Barytpeptons an Alkalisalzen rührt daher, dass das Neutralisationspräcipitat, welches selbst nur relativ wenig davon enthält, dieselben fast ganz an das Wasser, mit dem es gekocht wird, abgiebt. Man kann das Barytpepton auch nahezu frei von unorganischen Beimengungen erhalten, wenn man nicht die ersten, sondern erst die späteren Portionen vom Kochen benützt. Mit in solcher Weise erhaltenem Material sind die ersten drei Analysen, die ich anführen werde, angestellt. Dass der Gehalt an Baryt ein wechselnder ist, habe ich schon früher erwähnt. In einem Falle betrug er 8,284%, in einem anderen 9,26%, und in einem dritten 13,4%, so dass von einer Berechnung des Aequivalentes des Peptons nicht die Rede sein kann.

Noch ein Punkt, der für die Analyse der Barytverbindung des Peptons von Wichtigkeit ist, muss zur Sprache gebracht werden. Wollte man nämlich die Kohlensäure, welche in den Absorptionsapparaten gesammelt wird, allein berechnen, so würde man einen viel zu niedrigen Werth für den Kohlenstoff bekommen, indem ein Theil der Kohlensäure von dem Baryt im Verbrennungsrohre zurückgehalten wird, der aber, wenn man den Barytgehalt kennt, leicht berechnet werden kann. Im Folgenden ist dieser Theil der Kohlensäure immer mitgerechnet. Diesen Umständen ist es aber zuzuschreiben, wenn die Analysen nicht in dem Grade übereinstimmen, wie es wünschenswerth wäre. Besonders sind die Werthe derjenigen, wo ausser dem Baryt noch andere Salze in Abrechnung gebracht werden mussten, etwas niedriger ausgefallen, was wohl seinen Grund in dem schon erwähnten misslichen Umstand der Flüchtigkeit der Chloralkalien haben mag, wodurch der Werth für verbrauchte Substanz zu hoch und die Berechnung des Procentgehaltes der Bestandtheile zu niedrig ausfallen muss.

---

*) Für die Aschenbestimmung ist es bei der geringen Menge der Alkalisalze von untergeordneter Bedeutung, ob man schwefelsaure oder Chlor-Alkalien berechnet.

Zusammensetzung des Peptons.

Verbrennung mit Chromblei.

Barytgehalt 8,284 %.*

I. 0,3145 Gr. entsprechen organischer Substanz 0,2885 Gr. und diese gaben 0,194 Gr. HO und 0,5405 Gr. CO^2.

II. 0,266 Gr. entsprechen 0,244 Gr. organischer Substanz und diese gaben 0,1660 Gr. HO und 0,4573 Gr. CO^2.

III. 0,369 Gr. entsprechen 0,3385 Gr. organischer Substanz und diese gaben 53 CC N Gas bei 705,85 Mm. Barometerstand und 22,8° C. Temperatur.

Verbrennung im Sauerstoff.

Barytgehalt 9,26 %, Gehalt an anderen Salzen 1,48 %.

IV. 0,482 Gr. enthalten organische Substanz 0,4303 Gr. und diese gaben 0,796 Gr. CO^2 und 0,258 Gr. HO.

V. 0,503 Gr. enthalten organische Substanz 0,449 Gr. und diese gaben 0,8388 CO^2 und 0,274 HO.

Aschengehalt 10,92 % (BaO 9,5 %).

VI. 0,449 Gr. enthalten 0,400 Gr. organische Substanz, welche gaben 0,048 BaO. SO^3.

	H.	C.	N.	S.	O u. P.
I.	7,47	51,042			
II.	7,28	51,099			
III.			16,34		
IV.	6,6	50,4			
V.	6,77	50,95			
VI.				1,64	
Mittelzahl.	7,03	50,87	16,34	1,64	24,12

Das Pepton stimmt also, wie die gewonnenen Zahlen genügend darthun, in seiner procentischen Zusammensetzung sowohl mit dem Neutralisationspräcipitat als mit dem Parapepton überein. Ich bemerke noch einmal, dass das zur Analyse benützte Pepton nicht ein einfacher Körper, sondern ein Gemenge zweier Substanzen ist, des b- und des c-Peptons, die später, wenn es möglich ist, auf indifferente Weise getrennt und gesondert untersucht werden müssen. Möglicher Weise stellt es sich dann heraus, dass das b- und das c-Pepton verschiedene procentische Zusammensetzung besitzen. Sind aber diese beiden Peptone unter sich verschieden, so werden sie sich auch, wie leicht einzusehen ist, von dem Neutralisationspräcipitat und dem Parapepton in gleicher Weise unterscheiden.

Die Analysen Mulder's über das sogenannte Proteintritoxyd (dessen Löslichkeitsverhältnisse, wie schon erwähnt, vollkommen gleich sind denen des Peptons, weshalb jenes auch mit diesem identificirt werden muss) stimmen fast vollständig mit meinen Analysen über den in ähnlicher Weise gewonnenen Körper überein; er fand 51,38 % C, 6,78 % H, 15,01 % N, und in einer anderen Analyse 51,99 % C und 6,600 % H. (Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 47. pag. 300). Ein wesentlicher Unterschied aber in der procentischen Zusammensetzung, wie ein solcher nach Mulder zwischen Proteintritoxyd (Pepton) und ursprünglichem Eiweiss bestehen soll, findet nach meinen Untersuchungen zwischen Neutralisationspräcipitat, Pepton und Parapepton, so sehr sie sich auch qualitativ unterscheiden, nicht statt; sie sind isomere Körper.

(Fortsetzung folgt.)

Analyse der willkürlichen Bewegung.

Von

Prof. Dr. E. Harless.

Die Analyse der willkürlichen Bewegung stellt zwei Aufgaben ganz verschiedener Art. Die eine besteht darin: die Uebertragung der Anregung für die Bewegung im Inneren der centralen Nervengebilde, die Aufeinanderwirkung ihrer Elemente, die Natur der Erregung, die Fortleitung und die Hemmung der in Gang gebrachten Bewegung durch Gegenwirkung im nervösen Apparat zu demonstriren. Die blosse Aufzählung dieser Untersuchungsobjecte dürfte genügen daran zu erinnern, in welch weiter Ferne die Lösung dieser Aufgabe liegt. Die zweite Aufgabe besteht darin, den Modus der willkürlichen Bewegung zu zergliedern, indem man denselben mit der einfachen Zuckungsform und dem dauernden Tetanus vergleicht. Es kann dies aber nicht geschehen, wenn man nicht allgemeinere Vergleiche zwischen den verschiedenen Bewegungsformen der thierischen Theile überhaupt anstellt, aus welchen die Deutung bestimmter Beobachtungen ihre weiteren Stützen entlehnt. Diese zweitgenannte Aufgabe allein ist es, welche ich hier zu lösen versuchen will, wobei mir aber gestattet sein muss, mancherlei Beobachtungen anderer Forscher aus obigen Gründen mit heranzuziehen.

Die contractilen Gebilde der höheren Thiere, welche man mit dem gemeinschaftlichen Namen der Muskeln belegt hat, zerfallen ihrer mikroskopischen Natur nach bekanntlich in zwei Klassen: 1) die glatten, organischen, aus Zellen bestehenden Gebilde, deren Elemente sehr verschiedene Dimensionen zeigen können, und welche gleichsam aus Ketten aneinander gereihter contractiler Einzelgebilde bestehen; 2) die quer gestreiften, animalen Muskeln, welche wir zunächst als parallel gelagerte Schläuche betrachten dürfen, die in Beziehung

auf die Verknüpfung ihrer Endpunkte Riemen vergleichbar sind, wenn wir uns jene unter dem Bild von Ketten gedacht haben. Anfänglich durfte man zwischen beiden Gebilden einen mit ihrer Structur direct zusammenhängenden Unterschied und zwar einen fundamentalen Unterschied annehmen, als Weber zeigte, wie man aus ihrem Verhalten gegen die Ströme der magnetischen Rotationsapparate unmittelbar auf die Structur des geprüften Objectes schliessen könne. Die mit dem Beginn der Reizung sofort eintretende Verkürzung der animalen Muskeln, welche augenblicklich mit der Entfernung des Reizes wieder verschwindet, im Gegenhalt zu dem verspäteten Eintritt in der Bewegung gereizter organischer Fasern, und zu der oft langen Fortdauer derselben nach der Entfernung des Reizes schien jenen wesentlichen Unterschied im physiologischen Verhalten beider Gebilde festzustellen. Inzwischen aber hatte Helmholtz durch seine bahnbrechenden Untersuchungen gezeigt, dass alle jene einzelnen Stadien, wie sie der momentanen Reizung organischer Muskeln folgen, auch bei den animalen Muskeln wiederkehren, nur auf ausserordentlich viel kürzere Zeitabschnitte zusammengedrängt. Der scheinbar wesentliche Unterschied in der Zuckungsform beider beschränkte sich allein auf die zeitliche Differenz ihrer einzelnen Stadien, welche in gleicher Form und Folge bei beiden auftreten, und dadurch die innere Gleichartigkeit des Mechanismus beurkunden. Ausserdem zeigt sich in diesem zeitlichen Ablauf der Verkürzung schon für die gewöhnliche Betrachtung ohne alle weitere Unterstützung durch feinere Mittel ein deutlicher Uebergang von einem Extrem zu dem anderen, indem z. B. organische Fasern wie sie im Darm der Katze vorkommen, bei intensivem Reiz sehr rasche Verkürzung zeigen, und auf der anderen Seite sich quergestreifte Muskeln, wie der Cremaster, bei Reizung nur äusserst langsam zusammenziehen (Schiff). Wir sehen also deutlich, dass schon unter den gewöhnlichen Lebensbedingungen an zwei muskulösen Gebilden von verschiedenem Bau die gleichen Geschwindigkeiten im zeitlichen Verlauf ihrer Verkürzung angetroffen werden können, dass also der Bau an sich nicht vollkommen darüber entscheidet, ob eine Verkürzung schnell oder langsam abläuft. Noch bestimmter tritt dies hervor, wenn man an ein und demselben Gebilde die Zeitdauer der Zuckung willkürlich durch die äusseren Umstände variirt, und beobachtet, innerhalb welcher Grenzen Spielraum hiefür gegönnt ist. Ich will aus der grossen Anzahl von Curven, welche ich vom Gastrocnemius der Frösche bei momentaner Reizung durch den Inductions-

schlag habe aufzeichnen lassen, nur eine kleine Auswahl treffen, um einen tabellarischen Ueberblick zu gewinnen.

Als Einheit zur Vergleichung habe ich die kürzeste Zuckung gewählt, welche ich überhaupt zu beobachten Gelegenheit gehabt, und welche ein Muskel bei 18,5 Gr. Belastung in der Temperatur von 30⁰ aufzeichnete. Die Messung entspricht, auf die Abscisse bezogen, der Entfernung des Punktes, an welchem der Inductionsschlag den Muskel traf von dem, an welchem die Curve die Abscisse wieder erreichte. In Beziehung auf die Zahlen, welche in der Rubrik „Schlitten" stehen, ist zu bemerken, dass 0 ganz über einander geschobene Rollen bedeutet, die übrigen Zahlen also die Entfernung beider Rollen von einander in Centimetern. Die „Belastung" ist in Grammen ausgedrückt.

1) Veränderung der Curvenlänge durch Stromstärke und Belastung.

Curvenlänge	Schlitten	Belastung
1,7	0	50
2,64	0	10
2,3	8,5	10
3,1	0	10
1,7	9	50
2	9	10
1,7	0	50
3,5	0	10

2) Veränderung durch Temperatureinflüsse.

Curvenlänge	Temperatur in Grad. Cels.	Belastung	Schlitten
1	+ 30⁰	18,5	0
5	+ 5⁰	18,5	0
2,5	+ 16,5⁰	10	11,4
4,3	+ 5⁰	10	0
2,6	+ 13⁰	10	0
4,7	+ 4⁰	10	0

3) Veränderung durch Ermüdung mit tetanisirenden Strömen.

1,6 frisch geschlachtet
4,3 ermüdet
2,2 frisch geschlachtet
4,4 ermüdet
2,9 nach mehreren Minuten Erholung
1,9 frisch geschlachtet
4,5 ermüdet nach Tetanus bei fixirter Sehne.

Es giebt nun noch ein Verfahren durch Ermüdung in den Nerven eine Modification zu erzeugen, wodurch der Reiz, welcher auf sie ausgeübt wird, eine äusserst langsame Zuckung auslöst. Dies geschieht nach Wundt durch Inductionsstösse, welche man in kleinen Intervallen durch den Nerv schickt. In Folge der von ihm sogenannten secundären Modification des Nerv geht allmälig bei fortgesetzter Reizung die einfache Zuckung ganz allmälig in die tetanische Verkürzung über, so dass zwischen beiden, wie er sich ausdrückt, keine bestimmte Grenze liegt.

Ausserdem giebt es noch ein Mittel, welches wenigstens häufig Gelegenheit bietet, einfache Zuckungen am Gastrocnemius zu beobachten, welche 21,8 mal länger dauern als die in obiger Tabelle als Einheit benützten. Dieses Mittel ist Kochsalz, welches auf den Schenkelnerv in sehr beschränkter Ausdehnung wirkt. Ich benutze dazu eine U förmig gebogene, an einem kleinen Stativ befestigte Glasröhre, deren einer Schenkel bis nahe zu capillarer Verjüngung ausgezogen ist. Die Röhre ist mit concentrirter Kochsalzlösung gefüllt, der Nerv über die enge Mündung gebrückt und auf ihn ein kleiner Kochsalzwürfel von 1 □ Mill. Seite gelegt. Der übrige Nerv ist frei in dem mit Wasserdunst gesättigten Raum horizontal gelagert. Häufig beobachtet man nach 1,5 bis 2 Minuten eine langsam wachsende einfache Verkürzung, welche oft zwei Sekunden anhält, dann plötzlich der Verlängerung wieder Platz macht, um dann immer kürzer und kürzer dauernde Zuckungen folgen zu lassen, und welche schliesslich zu der tetanischen, länger bleibenden Verkürzung zusammenfliessen. Sobald sich der Zustand des Muskels dem letzterwähnten nähert, entsteht in einem zweiten Präparat, dessen Nerv dem Gastrocnemius des ersten Präparates angelagert ist, secundärer Tetanus; dieser fehlt aber bei der ersten, lang dauernden und vielleicht eben so ausgiebigen Verkürzung. Die letztere ist also jedenfalls eine einfache, die andere dagegen eine zum Tetanus combinirte Reihe von Zuckungen.

Ein Mittel die Zuckungsgeschwindigkeit beliebiger glatter Muskelfasern zu beschleunigen, habe ich bis jetzt allerdings noch nicht gefunden; allein pathologische Thatsachen genügen schon zu beweisen, dass es für die einzelnen Fasern und Faserzüge keine constante unabänderliche Geschwindigkeit giebt. Man sieht dies z. B. deutlich bei einer eigenthümlichen, meist mit Hydrocephalus verbundenen Beweglichkeit der Iris, welche unter dem Namen Hippus bekannt ist. Es kommt diese fortwährende Oscillation im Pupillendurchmesser manchmal gleich-

zeitig mit Nystagmus vor, wobei man dann Gelegenheit hat zu sehen, dass sich die Irisfasern synchronistisch mit den Fasern der Augenmuskeln verkürzen, also mit diesen das gleiche Tempo einhalten können (wie Herr Prof. A. Rothmund mir mündlich mittheilte). — Wenn man aus allen diesen verschiedenen Erfahrungen berechtigt ist den Schluss zu machen, dass über die Geschwindigkeit, mit welcher eine einmalige Muskelverkürzung erfolgt, nicht ein für allemal die histologische Form eines contractilen Gebildes entscheidet, so kommt es darauf an, eine Vorstellung von dem Zustandekommen einer Contraction überhaupt zu gewinnen. Sie ist in diesem Augenblick noch keineswegs bei allen Forschern gleich, so dass es mir erlaubt sein muss, hier meine eigene Auffassung, zu welcher ich auf dem Wege mannigfacher Experimente und den Schlussfolgerungen aus den Beobachtungen Anderer, besonders Kühne's*), geführt worden bin, darzulegen, weil der Raum eine eingehende Kritik in die von Anderen aufgestellten Theorien verbietet.

Da alle Erfahrungen unzweifelhaft darauf hindeuteten, dass sich bei einer jeden Muskelverkürzung ein Conflict von entgegengesetzt gerichteten Kräften geltend macht, welche man als bewegende und Widerstand leistende, als verkürzende und verlängernde bezeichnen konnte, so musste mich zuerst die Frage beschäftigen, ob beide in ein und demselben Formen-System wirksam sind oder nicht. Ich glaube diese Frage in der der Akademie vorgelegten Arbeit „über die innere Mechanik der Muskelzuckung" erledigt zu haben, indem ich zeigte**), dass die widerstreitenden Kräfte nothwendig auf zwei verschiedene Formen-Systeme vertheilt sein müssen.

Die zweite Frage war die nach der Natur der beiden Systeme. Und diese Frage involvirt noch gegenwärtig eine Controverse der Ansichten, von welchen die eine sich auf den Augenschein der mikroskopischen Betrachtung, die andere theils auf vergleichend anatomische Thatsachen, theils auf physikalische Messungen stützt. Kühne hat es durch seine Untersuchungen an den niederen Thieren zur Gewissheit gemacht, dass eine zähflüssige Masse mit eingestreuten festen Körperchen ein bewegliches Element darstellen könne, befähigt unter steter Beibehaltung seines Volum auf das Mannigfachste die äussere Form zu ändern und zwar unter denselben Ein-

*) Kühne, Myologische Untersuchungen, Leipzig 1860.

**) Die vorläufige Inhaltsanzeige hiervon im Sitzungsbericht vom Monat December 1861.

flüssen und unter denselben Bedingungen, unter welchen wir die Muskelzuckung erfolgen sehen. Diese Substanz ist also die eigentlich contractile, und nicht eine Hülle, welche sie in irgend welcher Gestalt umgiebt, weil ja eine solche Hülle ganz fehlen kann und das Vermögen der Formänderung doch bleibt. Findet sich aber diese und zwar dieselbe contractile Substanz auch in unseren Muskeln? Darf man sich, wie Kühne will, die Muskeln als Systeme von Schläuchen denken, welche mit dem flüssigen Inhalt der contractilen Substanz gefüllt sind, in deren Inneren die Disdiaklasten regelmässig geordnet und eingelagert sind? Ob dies der Fall ist, oder ob der ganze Muskel fibrillären Bau habe, dessen Faserelemente den Sitz der Contractionsfähigkeit bergen, während der auspressbare Muskelsaft nur das bewegungsunfähige Ernährungsmaterial der contractilen Fasern darstellt, darüber herrscht noch die grösste Meinungsverschiedenheit. Kühne hat den Mikroskopikern mikroskopische Beobachtungen entgegengehalten, um zu zeigen, dass ganz frische, zuckungsfähige Muskeln nichts von dem fibrillären Bau auffinden lassen, welcher sehr bald nach der Entfernung des Muskels aus dem Körper der Deutung aufgedrängt wird. Diese Beweisführung wird aber den Mikroskopiker, wenn er anderer Ansicht ist als Kühne, nur sehr schwer bekehren. Die Frage dreht sich schliesslich darum: ist der Inhalt der Muskelschläuche der Hauptmasse nach flüssig oder fest und elastisch? Das Uebrige ist zwar vieldeutig, aber irrelevant für das mechanische Princip der Contraction.

Ist der Inhalt des Schlauches seiner Hauptmasse nach fest, die tränkende Muskelflüssigkeit dann sicher den Fibrillen sehr stark adhärirend, und in viel geringeren Mengenverhältnissen als die feste Substanz vorhanden, so wird sich bei Dehnung das Volum des ganzen Muskels nahezu nicht wesentlich abweichend von dem Volum des einzelnen Schlauches ändern können. Bestimmt man aber das Volum des letzteren unter dem Mikroskop durch Messung und das Volum des ganzen Muskels durch Wägung bei gleichem Dehnungsgrad, so sieht man, dass sich das Volum der Schläuche ausserordentlich mehr verkleinert als das des ganzen Muskels. Es ist dies nur möglich, wenn im Inneren des Muskelschlauches eine ansehnliche Menge von Flüssigkeit befindlich ist, welche durch den Druck der Wandung bei der Dehnung in die Räume zwischen den Schläuchen entweicht, während bei dem Aufbau des Muskels aus fast durchweg festen, elastischen Gebilden die Volumsabnahme des einzelnen Bündels (Schlauches)

nahezu der Volumsabnahme des ganzen Muskels gleich sein müsste.

Es giebt noch einen Versuch, welcher gleichsam ad oculos die Gegenwart eines sehr beweglichen, sagen wir es entschieden, eines flüssigen Inhaltes demonstrirt. Man nehme von einem parallelfasrigen Muskel aus einem schon länger getödteten Thier, z. B. dem Frosch einen sehr schmalen Riemen Muskelsubstanz, bringe diesen Riemen auf ein Objectglas, befeuchte ihn mit ein wenig Serum, und bedecke ihn mit zwei Deckgläschen so, dass die Mitte des Muskels in einer Länge von 1''' frei bleibt. Diese ganze Vorrichtung wird in das Compressorium gebracht und die unbedeckte Muskelstelle in das Gesichtsfeld des Mikroskopes eingeführt, Zieht man jetzt sanft die Schraube des Compressorium an, so sieht man ganz langsam wie eine Welle den Muskelinhalt von der gequetschten Stelle aus gegen die Mitte hin vorrücken, wobei aber in den sanften Ausbuchtungen des ins Auge gefassten Schlauches nicht das Bild einer blos vorüberrollenden Welle, sondern einer gleichsam fixirten Wellenlinie entsteht. Es ist dies ein Beweis, dass man es nicht mit einer sogenannten idiomuskulären Zuckung dabei zu thun hat, sondern mit einer wirklichen Verschiebung einer beweglichen Masse, welche sich in den vom Druck freien Stellen anhäuft und die Wandungen der Schläuche ausbuchtet. Ich glaube aber aus dem ganzen Phänomen noch mehr schliessen zu dürfen, nämlich dies, dass der Inhalt nicht durchaus die gleiche Consistenz hat, sondern dass ein Theil flüssiger ist als ein anderer. Nachdem man weiss, dass die beschriebene Erscheinung wesentlich einem Vorgang an den Schläuchen ihr Entstehen verdankt, kann man von dieser etwas mühseligeren Untersuchungsweise Umgang nehmen, welche für ganz unzweifelhafte Resultate immer die mehr zufällige Isolirung einzelner Schläuche am Rand verlangt, und denselben Vorgang an dickeren Riemen, z. B. dem halben Sartorius der Frösche für das blosse Auge erkennbar machen. Ich benutze dazu eine kleine messingene Rinne, in welche der Muskel zu liegen kommt. Auf ihr liegt eine schwach gekrümmte, kleine, aber starke Stahlfeder, deren Convexität dem Muskel zugekehrt ist, die nach oben gekehrten Fusspunkte der Feder berühren einen kleinen Messingbügel, welcher durch eine starke Schraube, ähnlich wie bei einer Briefpresse, nach abwärts getrieben wird. Der Druck trifft zunächst die Feder. Indem sich deren Bogen je mehr und mehr abflacht, wird der Inhalt der Muskelschläuche von der Mitte der Rinne aus ganz langsam und stetig nach

beiden Seiten hin gleichsam fortgestreift. Fasst man, während die Schraube angezogen wird, eines der aus der Rinne hervorragenden Muskelenden scharf ins Auge, und hat man es bei der Drehung der Schraube in Beziehung auf die Geschwindigkeit richtig getroffen, so sieht man auf der Oberfläche dieses freien Endes zuerst eine zierliche Welle ablaufen und dann erst, aber unmittelbar darauf, den der Rinne zunächst liegenden Theil des Muskels zwiebelförmig anschwellen. Es hat ganz den Anschein als würde, wenn sich der Druck bis zu einer gewissen Grösse gesteigert hat, plötzlich eine mehr flüssige Masse gleichsam fortgespritzt, und dadurch die kleine vorauslaufende Welle erzeugt, wobei dann unmittelbar darauf die mehr zähe Substanz fortgeschoben wird, aber weniger weit und viel langsamer, um sich in der Gestalt der beschriebenen Anschwellung jenseits der Druckstelle anzuhäufen.

Mit Zuhülfenahme der anderweitigen, von Kühne beigebrachten Beweisgründe darf es hiernach, wie mir scheint, gegenüber der blossen mikroskopischen und vieldeutigen Betrachtung als ausgemacht gelten, dass der Inhalt der Muskelschläuche aus einem flüssigen Inhalt mit den eingestreuten Disdiaklasten bestehe, und dass dieser die Fähigkeit besitze, in Folge verschiedener Reize seine Vertheilung im Raum mit einer Kraft zu ändern, welche selbst Widerstände von hohem Werth zu überwinden vermag. Als solche Widerstände werden zunächst die ihn einschliessenden Wandungen und in zweiter Instanz alle die weiteren Einflüsse zu betrachten sein, welche deren Nachgiebigkeit direct oder indirect bestimmen. Worin aber diese Fähigkeit der contractilen Masse zuletzt bestehe, bleibt vorläufig noch ein vollkommenes Räthsel. Nur muss ich hier sogleich eine Vorstellung abwehren, welche Kühne's Parallele zwischen der Contraction und dem Porret'schen Phänomen bei Reizung mit electrischen Strömen unvereinbar mit sonstigen Erfahrungen macht. Die Vorstellung nämlich, als würde die contractile Substanz einfach zwischen den Electroden „wie ein Ball hin und hergeworfen." Wie Kühne sich den Vorgang spezieller denkt, weiss ich allerdings nicht anzugeben. So wie ich die Sache auffasse, stelle ich mir vor, dass die contractile Substanz, wie es ja auch erwiesen ist, aus verschiedenartigen Elementen gemischt, ihre Vertheilung im Raum einerseits den Begrenzungen verdankt, wo solche vorhanden sind, andererseits der Resultante der Anziehungskräfte, welche zwischen ihren verschiedenen Punkten bestehen. Reiz nennen wir jede materielle Ursache, durch welche an einer Stelle der contractilen Masse die Anziehungskräfte ge-

ändert, zunächst gesteigert werden, in Folge dessen sich bei Abwesenheit äusserer unüberwindlicher Widerstände die ursprüngliche Vertheilung der Masse im Raum ändert und zwar so, dass eine Anhäufung an dem Ausgangspunkt der Kraftänderung stattfindet. Dass dies Alles unter der Form der Stellungsänderung der wirksamen Moleküle vor sich gehen könne, wie wir uns von den electrischen Erscheinungen her zu denken gewohnt sind, dass das unter Mithülfe der Einflüsse zu Stande kommen könne, welche ein materielles Element der Muskelsubstanz successive auf das andere ausübt — übersieht man leicht, so dass also Alles, was wir über das Fortschreiten der Contractionswelle längs eines Muskelschlauches, über die electrische Anordnung der Moleküle darin erfahren haben, in vollem Einklang mit dem steht, was sich ohne Uebertreibung aus Kühne's Beobachtungen schliessen lässt. An dieser Anschauung, welche ja nur der modificirte Ausdruck für die einfachste Beobachtung ist, ändert sich nichts, gleichgültig ob die anziehenden Kräfte an Theilen zusammenhängender, fester Gebilde, oder leicht verschiebbarer, flüssiger Elemente haften. Bei jeder Contraction gruppiren sich um einen idealen Punkt mehr bewegliche Muskeltheile und erzeugen damit die partielle Anschwellung, wobei wir uns immer das primum movens als eine Aenderung in der Zusammenwirkung der anziehenden Kräfte vorstellen müssen. Ob aber die Anschwellung aus einer Massenhäufung des flüssigen Inhaltes der Muskelschläuche, oder einer Zusammenschiebung der sonst angenommenen festen Theile bestehe, liesse sich nur dann entscheiden, wenn man untersuchte, in welchem Verhältniss die coagulablen Bestandtheile zu den in verdünnter Salzsäure löslichen Formelementen in jeder der beiden Hälften ein und desselben Muskels stehen, wenn derselbe, vom constanten Strom durchflossen, am negativen Pol die Anschwellung zeigt und in diesem Moment durchschnitten wird. Nach mündlichen Mittheilungen Kühne's ist diese Frage von ihm zu beantworten versucht worden und deshalb seine Nachweisung abzuwarten.

Welcher Natur nun auch immer die contractile Substanz in einem muskulösen Gebilde sein mag, es lässt sich auf die verschiedenste Weise zeigen, dass in ein und demselben Muskel die Leichtigkeit sehr variirt werden kann, mit welcher sich durch ein und denselben Reiz die Vertheilung der contractilen Substanz im Raum zur Erzielung einer Längenabnahme verändert. Es darf also auch vorausgesetzt werden, dass wo diese Substanz angetroffen wird, ihre eigene Beweglichkeit

abhängig sei von den allgemeinen physiologischen Bedingungen, unter welche sie eben an dem bestimmten Ort gestellt ist. Wenn, wie Kühne dies so überzeugend nachgewiesen hat, die wesentlichen Charaktere dieser Substanz bis herab zu den niedersten Thierformen beibehalten bleiben, so dürfen wir auch nicht anstehen zu behaupten, dass es bei organischen und animalen Muskeln, bei träg sich bewegenden niederen Thieren, wie in den Muskeln der schwirrenden Insektenflügel dieselbe eigenthümliche Substanz sei, deren Beweglichkeit allein von den Bedingungen abhängt, unter welchen sie da oder dort steht. Bei gleicher Beweglichkeit ihrer eigenen Theilchen wird jedoch die Bewegungsgeschwindigkeit in jedem einzelnen Fall noch von weiteren Umständen abhängen. Dass dem wirklich so ist, erkennt man aus Versuchen an ein und demselben Muskel, dessen Zuckungsform man durch willkürliche Anordnungen mannigfach modificiren kann. Es lässt sich dabei finden, dass die physikalische Beschaffenheit der Hülle, in welcher sich die contractile Substanz befindet, und die äusseren Kräfte, welche auf sie wirken, im höchsten Grad Einfluss haben. Denn die Zuckungsform richtet sich in jedem einzelnen Fall bei gegebener Beweglichkeit der contractilen Substanz nach dem Verhältniss des Stosses, welchen sie ausübt zu der Kraft der elastischen Gegenwirkung ihrer Umgebung. Die Intensität des Stosses selbst aber ist dabei innerhalb gewisser Grenzen von der Intensität und Form der Reizung abhängig.

Eine natürliche Folge hiervon ist, dass wir an ein und demselben Muskelgebilde, wie z. B. dem Gastrocnemius oder einem anderen Skeletmuskel des Frosches unter geeigneten Umständen die verschiedensten Bewegungsgeschwindigkeiten der contractilen Substanz werden hervorrufen können, und dass, wenn dem so ist, aus der Form der Bewegung an sich weder unmittelbar auf die Struktur eines contractilen Organes, noch auf die vermittelnde Ursache der Bewegung geschlossen werden kann. Das letztere geschieht aber, wenn man aus der Bewegungsform schliessen will, ob die Muskelsubstanz unmittelbar durch den äusseren Reiz zur Verkürzung bestimmt werde, oder unter Mitwirken der zugehörigen Nerven. Man hat hiernach einen Unterschied zwischen idiomuskulärer Zuckung und neuromuskulärer Zuckung aufgestellt. Jene soll nie vom Nerv aus und nie durch den galvanischen Strom hervorgerufen werden können; sie soll local auf die direct gereizte Stelle beschränkt bleiben, den Reiz auffallend lang überdauern, während diese sich über die ganze Länge des

Primitivbündels fortpflanzt. Kühne hat bereits diese Auffassung der zwei Bewegungsformen, als fundamental unterschiedener, einer ausführlichen Experimentalkritik unterworfen und sie als unhaltbar befunden. Er hat auch besonders gezeigt, dass man mit electrischer Reizung der Muskelsubstanz, wenn sie mit zwei sehr nahe beisammen liegenden stromzuführenden Drähten geschieht, die sogenannte idiomuskuläre Bewegungsform erzielen kann. Da ich mit Kühne und Anderen der Ansicht bin, dass zwischen idiomuskulärer und neuromuskulärer Zuckung kein wesentlicher Unterschied besteht, weil die Wiederholung der hierfür sprechenden Versuche mich zu dem gleichen Resultat geführt hat, so ist es auch nicht nöthig alle diese Experimente hier aufzuführen, und es bleibt mir nur noch ein Factum zu erwähnen, nämlich das, dass man unter günstigen Umständen an Skeletmuskeln durch Reizung ihrer Nervenstämme die idiomuskuläre Zuckungsform hervorrufen kann. Es lässt sich das durch Veratrin erreichen, womit man die Thiere vergiftet. Ich will die Resultate der Versuche hier so mittheilen, wie ich sie unmittelbar bei der Beobachtung notirt habe.

Es wurde Veratrin in wenigen Tropfen Weingeist aufgelöst, und dann destillirtes Wasser zugesetzt. Der grösste Theil des Stoffes fällt dadurch aus, nur ein kleiner Theil bleibt gelöst. Von dem aus gelöstem und ungelöstem Veratrin bestehenden Brei brachte man dem Frosch eine kleine Menge in den Mund. Nach 10 Minuten traten Reflexkrämpfe ein wie bei Strychninvergiftung, nur dadurch unterschieden, dass sie nach jedem Reiz (Erschütterung etc.) sehr kurze Zeit anhielten, oft nur in einer einmaligen Streckung der unteren Extremitäten bestanden, worauf dann das Thier jedesmal erschöpft zusammenbrach und immer erst nach längerer Ruhe wieder in Krämpfe versetzt werden konnte. Nach $1^1/_2$ Stunden pulsirten die Lymphherzen noch, als das Thier schon ganz todt schien. Nachdem jene zu schlagen aufgehört hatten, wurde der Schenkelnerv präparirt, und die Haut über der Muskulatur des Unterschenkels entfernt. Der Nerv wurde hoch oben abgeschnitten und auf einem Deckglas wohl isolirt; ebenso das ganze Thier und die electrischen Apparate. Als man ihn mit den bis auf $^1/_2'''$ genäherten Enddrähten des Schlittenapparates berührte, entstand im Moment der Reizung gar keine Bewegung, sondern erst, als die Drähte wieder entfernt worden waren. Jetzt erhoben sich langsam Wülste an dem einen und anderen Muskel des Unterschenkels und wälzten sich gleichsam ganz allmälig weiter, so dass eine täuschende

Aehnlichkeit mit der peristaltischen Bewegung der Gedärme entstand. Minuten lang nach Entfernung der Drähte konnte man mit Pausen von 6 bis 10 Sekunden immer wieder neue periodisch auftretende, locale Erhebungen sich bilden sehen, welche sich langsam wieder senkten und den Schein rhythmischer Pulsationen erzeugten. Als dies merkwürdige Phänomen mit der Zeit undeutlich wurde, reichte eine ganz flüchtige neue Berührung des Nerv mit den Drähten des Schlittenapparates hin es wieder auf längere Zeit hinaus hervorzurufen, zum Beweis, dass diese Erscheinung nicht etwa von dem Zutritt der Luft zu den entblösten Muskeln oder anderen Nebenumständen, sondern wirklich von der Nervenreizung abhing. Bis $2^1/_2$ Stunden nach der Einführung des Giftes liess sich diese, sonst nur an glatten Muskeln zu beobachtende Bewegungsform beobachten, so dass ich Gelegenheit hatte, sie mehreren Collegen im physiologischen Institut zu zeigen. Ich erwähne dieses Umstandes, weil man nicht oft diesen Moment wieder trifft, und leicht Jemand in grassirendem Autoritätsgefühl auf Einen Versuch hin sagen könnte, „ich habe das nicht bestätigen können.“ In acht Versuchen, in welchen die Dosis, Form und Applicationsweise des Giftes gewechselt wurde, gelang es mir nur zweimal das richtige Stadium der Vergiftung zu treffen. Beide Male war das Gift vom Magen aus ins Blut übergeführt.

Es ist dies ein Uebelstand, welchen ich sehr beklage, weil ich sonst kein Mittel kenne, welches mir je die eigenthümlichen, einige Minuten dauernden, ganz rhythmischen Bewegungen von Skeletmuskeln gezeigt hätte, welche erkennen lassen, wie ohne alle Mitwirkung von Ganglien, denn der Nerv war ja abgeschnitten, so ganz regelmässige, scheinbar spontane, langsame An- und Abschwellungen auftreten können. Die Ursachen, welche hier auf Minuten fortwirkten, um das Phänomen zu erzielen, können denkbarer Weise bei gewissen Organisationsverhältnissen lange fortbestehen und rhythmische Bewegungen erzeugen, welche wir im normalen Zustand bei den höheren Thieren fast ausschliesslich von dem Einfluss gewisser Gangliengruppen uns abhängig denken.

Sehr leicht trifft man dagegen das Stadium der Vergiftung, in welchem man die sogenannte idiomuskuläre Bewegungsform durch locale Reizung der Muskeln mit tetanisirenden Strömen selbst bei grosser Spannweite der Zuleitungsdrähte zu erzielen vermag. Es erheben sich bei oder nach Reizung langsam Wülste, welche je nach Stärke der Ströme, oder nach

der Dauer ihrer Einwirkung 15—20—30 Sekunden brauchen, bis sie sich wieder zu senken beginnen.

Das Veratrin wirkt schon in sehr kleinen Mengen. Nachdem das Alkaloid 16 Stunden mit destillirtem Wasser bei 15° Cels. in Berührung geblieben war, hatte das letztere 0,12 % seines Gewichtes von dem Veratrin aufgenommen. Sechs bis acht Tropfen reichten hin ein mittelgrosses Exemplar von Rana esculenta vom Magen aus zu vergiften. Als ich von dieser Lösung nur drei Tropfen unter die Haut eines grossen Exemplars brachte, traten ziemlich spät Reflexkrämpfe ein, wenn man den Tisch erschütterte, auf welchem sich das Thier befand. Sie bestanden dann in einmaligen Streckungen, worauf jedesmal das Thier wie erschöpft zusammenbrach. Der nächste Reiz wirkte schwächer, wenn er rasch auf den ersten folgte — kurz es traten alle Zeichen sehr schneller Ermüdung auf. Nach 24 Stunden hatte sich das Thier vollkommen erholt.

Hieraus ersieht man, dass die Wirkung des Veratrins von der Art ist, dass es in der Muskelsubstanz Veränderungen herbeiführt, welche die Muskeln rasch der Erschöpfung entgegen führen. Das sind aber dieselben Zustände, unter welchen, wie Kühne richtig bemerkt, die idiomuskuläre Bewegungsform auftritt. Wenn wir also Stadien der Vergiftung antreffen, auf welchen eben diese Bewegungsform vom Nerv aus hervorgerufen werden kann, so müssen wir sagen: Stirbt ein Nerv-Muskelpräparat unter gewöhnlichen Umständen ab, so geht der Einfluss der Nerven, unter welchen die sogenannte neuromuskuläre Bewegungsform herbeigeführt werden kann, früher verloren als die Verkürzungsfähigkeit des Muskels erlischt und kurz vorher, ehe dies eintritt, bezeichnet den der Erschöpfung nahen Muskel die idiomuskuläre Bewegungsform. Ist der Muskel mit Veratrin vergiftet, so tritt der Zustand der Ermüdung (wie er nur der Kürze wegen, ohne speziellere Kennzeichnung, genannt werden soll) schon zu einer Zeit ein, in welcher der Nerv noch die Uebertragung des Reizes vermitteln kann. An diesem Grenzpunkt löst die Nervenerregung nur noch sogenannte idiomuskuläre Bewegungen aus. Man begreift aber leicht, wie sehr es von der Geschwindigkeit, mit welcher das Gift wirkt, also von Dosis, Form, Application desselben und gleichzeitig von dem allgemeinen Zustand des Thieres abhängt, in welchem Zeitpunkt nach Einführung des Giftes diese Combination von Umständen eintritt, und wie lange der Zustand dauert.

Sollte die Ermüdung die ausschliessliche Bedingung sein, unter welcher die idiomuskuläre Bewegungsform eintreten kann? Ich habe oben gezeigt, in wie weiten Grenzen durch die Art der Reizung und durch mancherlei äussere Umstände die Bewegungsgeschwindigkeit bei einer einmaligen Verkürzung der Skeletmuskeln willkürlich geändert werden kann, ohne dass bei ihrer Verkleinerung immer der Zustand der Ermüdung vorauszusetzen wäre.

Schon lange beschäftigt mich die Frage, ob die Muskelverkürzung bei unseren willkürlichen Gliederbewegungen identisch sei mit dem Tetanus, insofern sich beide aus dichtgedrängten in einander verfliessenden Reihen von einzelnen Stössen zusammensetzen und dadurch nur den Schein einer stetigen Verschiebung der Muskelmasse erzeugen, zu welcher Voraussetzung namentlich auch die Beobachtung der negativen Stromschwankung am willkürlich sich verkürzenden Muskel zu drängen schien. Schon bei den lang fortgesetzten, an den verschiedensten Individuen angestellten Modell-Studien, zu welchen ich bei Gelegenheit der Abfassung des „Lehrbuches der plastischen Anatomie“ veranlasst wurde, hat sich mir durch die Beobachtung der Leichtigkeit, Weichheit und Eleganz der Bewegung selbst bei den angestrengtesten Kraftäusserungen immer und immer wieder der Gedanke aufgedrängt, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen tetanischer und willkürlicher Bewegung bestehen müsse. Ob dem so sei, habe ich jetzt durch systematische Versuchsreihen zu entscheiden gesucht. Das einzige Mittel, welches uns hierbei zu Gebote steht, ist die Beachtung der secundären Zuckung und des secundären Tetanus. Ich benützte die Zeit, in welcher die bei mir aufbewahrten, meist frisch eingefangenen Thiere den erforderlichen Grad der Reizbarkeit hatten. Dieser wurde dadurch geprüft, dass man den rasch präparirten Nerv mit dem mit Speichel befeuchteten Sehnenspiegel und mit dem Bauch des Gastrocnemius in Berührung brachte und zusah, ob im Moment der Berührung eine lebhafte Zuckung eintrat.

Nur solche Präparate, welche vor und nach Beendigung des Versuches dieses Verhalten noch zeigten, wurden als brauchbare anerkannt.

Wenn man auf isolirten Gestellen Frösche so aufbindet, dass nur der Tarsus des einen Beines freien Spielraum für die Bewegung hat, und man schlitzt die Haut über dem zugehörigen Gastrocnemius auf, schlägt die Hautlappen zurück, benetzt nach Du Bois' Vorschrift den Sehnenspiegel und legt den Nerv des prüfenden für sich wohl isolirten Präparates

auf das Muskelfleisch, so beobachtet man bei Reizung des Thieres mit intensiven Schmerz-erregenden Mitteln und lang dauernder starker Verkürzung des Gastrocnemius keinen secundären Tetanus, in den meisten Fällen dagegen beim Beginn der Verkürzung die secundäre Zuckung. Ich habe ähnliche Versuche an den verschiedensten Muskeln der Extremitäten angestellt und mich zu grausamen Mitteln entschlossen dem Thier im Schmerz die heftigsten Bewegungen abzuzwingen, ohne je einen secundären Tetanus dadurch erzielen zu können.

Nun ging ich zu den Bewegungen über, welche sich am wenigsten äusserlich von den willkürlichen unterscheiden, zu den Reflexbewegungen decapitirter Thiere. Hängt man die Präparate in geeigneter Weise auf, und hat man hoch oben decapitirt, so weiss man, wie die Schenkel auf Reizung der Schwimmhaut mit grosser Gewalt emporgezogen werden und lange in dieser Verkürzung verharren. Man mag den entblösten Schenkelmuskeln die reizbarsten Präparate in der günstigsten Weise auflagern, die heftigste Zuckung beim Auflegen am prüfenden Schenkel erhalten — er verharrt in Ruhe, und geräth nie in secundären Tetanus, der Schenkel mag noch so kräftig und hoch an den Leib herangezogen sein. Der secundäre Tetanus tritt aber im nächsten Augenblick ein, wenn man den Nerv des ersten Präparates mit sehr schwachen Wechselströmen der vollkommen isolirten Inductionsvorrichtung bei geringster Spannweite der Zuleitungsdrähte reizt.

Allein alle diese Versuche könnten ja nur als Beweise dafür angeführt werden, dass die Intensität der einzelnen Stösse bei willkürlichen und Reflexbewegungen eben doch immer geringer wäre, als bei Reizung des Nerv mit tetanisirenden Strömen, oder dass in jenem Fall die kammförmige Curve des Tetanus gleichsam nur weniger tief eingeschnitten sei. Ohne vergleichende Messungen wären diese Einwürfe gegen unser Verfahren nicht zurückzuweisen. So viel wir wissen, kommen willkürliche und Reflexbewegungen nur unter Vermittlung der grauen Substanz zu Wege. Liegt es daran, dass die Erregung diesen Weg nimmt, wenn der secundäre Tetanus ausbleibt, so muss ja auch die unterbrochene Reihe von Inductionsstössen, wenn sie mit geeigneter Stärke durch diese Centraltheile fortzuwirken gezwungen wird, ehe sie ihren Einfluss auf den Nerv zu entfalten vermag, Verkürzungen erzeugen können, durch welche kein secundärer Tetanus zu erzielen ist. Wenn nun weiter derselbe Reiz mit Umgehung der grauen Substanz auf den Nerv wirkt und zwar in dem Maasse, dass wiederum die gleiche Grösse und Dauer der

Verkürzung erzielt wird, aber eine Verkürzung, welche secundären Tetanus herbeiführt, so ist klar, dass in den beiden Fällen der Contraction verschiedene Vorgänge im Muskel erzeugt worden sind.

Dieser entscheidende Versuch wurde in folgender Weise angestellt:

An einem hoch oben decapitirten Thier wurden die beiden oberen Extremitäten und die eine untere amputirt; es war dies die linke; an der rechten wurden, nachdem die Achillessehne von ihrer Befestigung losgetrennt, der Gastrocnemius frei präparirt war, die übrigen Muskeln und Knochen des Unterschenkels unterhalb des Kniegelenkes entfernt. Auf der gleichen Seite ward oben die Rückenmuskulatur entfernt, so dass der Plexus des Schenkelnerv zwischen den Beckenknochen frei zu Tage lag. In diesem Zustand wurde das Präparat auf einem isolirten Stativ so befestigt, dass der Gastrocnemius, allein beweglich, nach unten herabhing. In seine Sehne wurde ein Hebel eingehakt, dessen Spitze die Curve auf einer horizontal vorbeigeschobenen Schreibfläche aufzeichnen sollte. Der Nerv des prüfenden, sehr reizbaren zweiten Unterschenkelpräparates, dessen Kniegelenk auf einem zweiten isolirten Stativ aufgespiesst war, lag dem Gastrocnemius des ersten Präparates in möglichster Ausdehnung und günstigster Stellung an. Zur Reizung dienten zwei sehr feine, vollkommen von einander isolirte Golddrähte, welche durch Umwicklung mit Coconfäden und Harzmassen zu einem sehr dünnen Stäbchen vereinigt waren, an dessen unteren Ende nur die blanken Drahtdurchschnitte frei lagen und zwar in einem Abstand von nicht ganz 1 Millimeter. Die Drähte waren an zwei starke, in Glasröhren gefasste Kupferdrähte angelöthet. Die Glasröhren selbst waren unverrückbar in einem Kautschukschlauch festgehalten. Klemmen setzten die aus den Glasröhren hervorragenden Kupferdrähte mit den durch die Luft geführten Enddrähten des Schlittenapparates in Verbindung. Dieser, sowie die Kette war vollkommen isolirt. Die Rollen des Schlittens waren bei Anwendung eines Grove'schen Bechers 7 Centim. von einander entfernt, und jetzt wurde die Rückfläche des Halsmarkes mit den Golddrähten berührt, während die Feder des Electromotors schwirrte. Der mit 16 Gramm belastete Muskel schrieb nun Tetanuscurven auf, deren Ordinaten, durch den Hebel vergrössert, 31, 15, 27, 40, 54 Mm. betrugen, je nachdem die Rollendistanz geändert wurde. Jedesmal trat im Moment der Reizung secundäre Zuckung im prüfenden Präparat ein, nie aber secundärer Tetanus. Jetzt wurde so hoch oben

als möglich der Plexus mit den Golddrähten berührt, nachdem die Rollendistanz vergrössert worden. Die Ordinaten der aufgezeichneten Tetanuscurven hatten 19, 24, 27, 30 Mm. Höhe, je nachdem die Entfernung der Rollen verkleinert wurde. Jedesmal trat gleichzeitig im prüfenden Präparat secundärer Tetanus ein. Nun wurde der Nerv des letzteren unterbunden. Die Reizung des ersten Präparates geschah wie vorher vom Plexus aus. Die Ordinate der Tetanuscurve konnte bis auf 51 Mm. in die Höhe getrieben werden, ohne dass die geringste Spur einer Zuckung in dem prüfenden Präparat eintrat.

Wir hatten also durch Reizung des Markes und durch Reizung des Nervenstammes die gleichen Verkürzungsgrade (31; 27; — 27; 30;) hervorgerufen und dabei im ersten Fall keinen, im letzten sehr heftigen secundären Tetanus erhalten, in beiden Fällen aber eine secundäre Zuckung. Die negative Stromschwankung macht sich also beide Male geltend, die Zeichen eines discontinuirlichen Vorganges aber sind nur in einem Fall zu beobachten, trotzdem dass Maass und Dauer der Verkürzung in beiden gleich war.

Dieser Umstand beweist, dass in den mit einander verglichenen Fällen die inneren Vorgänge von einander verschieden sind. Dass diese Verschiedenheit nicht blos zufällig an dem gewählten Verkürzungsmaass haftet, sondern von den Unterschieden in der Wirkung der Zwischenglieder begründet ist, welche die Erregung von dem gereizten Punkt aus schliesslich dem Muskel zuführen, sieht man daraus, dass man sich von jener Grösse auch nach abwärts und aufwärts um das Doppelte entfernen durfte, ohne an dem Ergebniss etwas zu ändern.

Wir machen vorläufig die ganz hypothetische Annahme, dass die graue Substanz gegenüber discontinuirlichen Reizen von gewisser Stärke einen hemmenden Einfluss ausübe, durch welchen die Einschnitte der präsumirten Tetanuscurve seichter werden, wodurch dann weiter wegen Abnahme der Schwankung im prüfenden Präparat kein secundärer Tetanus auftreten könne. Wir fragen sofort aber weiter, ob diese Hemmung eine unüberwindliche sei, oder ihre Grenzen habe. Zu dem Behuf wird wieder ein Präparat wie vorhin zugerichtet und aufgestellt; der Nerv eines prüfenden Präparates wird seinem Gastrocnemius angelegt, und die Reizung des Markes mit den 5 Centimeter langen Golddrähten vorgenommen. Die Rollen des Schlittenapparates werden anfänglich einander viel mehr genähert als im früheren Versuch, die Drähte hoch oben

am Mark applicirt. Sofort entsteht eine heftige Verkürzung im Gastrocnemius; das prüfende Präparat verfällt zugleich in starken secundären Tetanus. Die Rollen werden mehr von einander entfernt, die Verkürzung des Gastrocnemius nimmt unbedeutend ab, der secundäre Tetanus hört auf. Ganz vorsichtig werden jetzt die feinen Golddrähte längs des Rückenmarkes im Wirbelcanal herabgeführt, und die Rollen dabei so dirigirt, dass sich die aufgezeichnete Tetanuscurve in Beziehung auf die Ordinatenhöhe möglichst wenig ändert. So wie man dem Wurzeleintritt des Schenkelnerv näher rückt, beginnt der secundäre Tetanus wieder und erlangt seine grösste Intensität, wenn die Drähte in's Bereich der ausgetretenen Wurzeln gelangt sind.

Die Erscheinung des secundären Tetanus k a n n also durch Reizung des Rückenmarkes hervorgerufen werden, aber nur 1) bei einer bestimmte Grössen überschreitenden Intensität des Reizes. Dabei fungirt das ganze Organ mehr wie ein blosser Leitungsapparat. Dies geschieht ja auch bevor es ganz abstirbt an geköpften Thieren und Menschen, wie ich dies vor Jahren bei einem Hingerichteten zu demonstriren Gelegenheit hatte; es geschieht in einem bestimmten Stadium der Aethernarkose, in welchem wir sehen, wie ein momentaner Reiz auf das Mark eine momentane, den Reiz nicht überdauernde Zuckung oder Verkürzung erzeugt, während sonst bekanntlich Zeit und Zeitdauer der Reizung nicht mit Eintritt und Dauer der an den Muskeln sichtbaren Wirkung zusammenfällt. Nach unserer hypothetischen Voraussetzung würde der starke Reiz die in der grauen Masse gelegene Hemmung gleichsam durchschlagen, und eine Bewegungsform veranlassen, wie sie bei Reizung der Wurzelfasern und Nervenstämme zu Stande kommt und den secundären Tetanus bedingt.

Wie der starke Reiz so kann auch 2) eine Veränderung der grauen Substanz, welche wir bei der so eminent gesteigerten Erregbarkeit nach Strychninvergiftung voraussetzen, Bewegungsformen entstehen lassen, welche trotz der Mitwirkung dieser centralen Theile secundären Tetanus hervorrufen, wie das bei heftigen Reflexkrämpfen leicht beobachtet werden kann. Jeder der beiden angeführten Momente, welche auf gewisser Höhe Verkürzungen zu veranlassen vermögen, die secundären Tetanus zu erzeugen im Stande sind, ist fähig, zu dieser Höhe ganz successive zu gelangen, woraus also folgt, dass die eine Bewegungsform ganz allmälig in die andere überzugehen vermag.

Was ist nun aber der wesentliche Unterschied in diesen beiden Bewegungsformen, welchen wir vorläufig nur aus dem Ausbleiben oder Auftreten des secundären Tetanus erschlossen haben? Wir machen vorläufig noch die bisher geltende Annahme, dass in beiden Fällen der Vorgang im Muskel des ersten Präparates discontinuirlich sei. Dann kann der secundäre Tetanus ausbleiben, wenn die Schwankungen kleiner und seltener werden; er kann auch ausbleiben, wenn die Schwankungen noch gross sind, aber mit ausserordentlich vergrösserter Geschwindigkeit auf einander folgen. Die erst genannte Ursache dürfte kaum in Betracht kommen, wenn es sich, wie in dem oben durchgeführten messenden Versuch, um zwei gleich grosse und gleich lang dauernde Verkürzungen handelt, bei welchen der secundäre Tetanus einmal auftritt, das andere Mal ausbleibt. Denn es wäre schwer zu erklären, wie die Verkürzung gleich bleiben könnte, wenn die einzelnen Stösse, aus welchen sie resultiren soll, schwächer und seltener würden als im anderen Fall. Es bleibt also nur die zweite Vorstellung, dass etwa durch die graue Substanz die Wirkung des seltneren Reizes in eine ausserordentlich grosse Summe von einander folgenden Erregungen in der Zeiteinheit umgesetzt würde. Den Consequenzen dieser Vorstellung können wir mit der Rechnung nachgehen, wobei wir alle Zahlen noch zu Ungunsten dessen, was wir nachweisen wollen, in hohem Grad entstellen dürfen.

Ich habe schon vor Jahren der Akademie die Resultate vorläufiger Untersuchungen mitgetheilt, aus welchen hervorging, dass ein unterbrochener galvanischer Strom auf den Nerv als constanter anfängt zu wirken, wenn die Unterbrechung circa 10,000 Mal in der Sekunde erfolgt. Dann hört der Tetanus in dem zugehörigen Muskel auf, und kehrt zurück, sowie man die Unterbrechungen wieder seltener macht.

Um also die Schwankungen in einem verkürzten Muskel gegenüber dem Nerv eines angelegten, prüfenden Schenkels so weit unwirksam zu machen, dass kein secundärer Tetanus entsteht, müssten diese Schwankungen mindestens auf 0,0001 Sekunde verkürzt werden. Wir wollen diese Zahl aber sofort um die Hälfte verkleinern, und voraussetzen, dass die tetanisirende Wirkung schon bei 5000 Schwankungen in der Sekunde aufhöre und fragen, ob die contractile Substanz einer solchen Beweglichkeit fähig ist. Als Ausdruck der letzteren dürfen wir für unseren Zweck die Resultante aus dem Conflict der verschiedenen Kräfte auf dem Gipfelpunkt der Verkürzung wählen, und bei dem rohen Ueberschlag, welchen wir ja über-

haupt nur zu machen gedenken, an diese Stelle bei unseren so langen und viermal vergrösserten graphischen Zuckungsbildern eine zur Abscisse parallele Linie ziehen, und messen, wie lange der Gipfel der Curve in dieser Geraden fortläuft. Für die allerkürzeste und relativ am stärksten gekrümmte Curve aus dem ganzen Vorrath meiner Aufzeichnungen, welche der Muskel in einer Temperatur von 30° geschrieben hatte, berechnet sich die Zeitdauer, welche hindurch der Muskel auf dem genau gleichen Mass der Verkürzung beharrte zu 0,0032 Sekunden.

In diesem ganz speciellen Fall wäre es also vielleicht noch denkbar, wenn wir obige Zahl auf 5000 herabdrücken, dass eine Geschwindigkeit kleiner Schwankungen einträte, so gross, dass dadurch die Möglichkeit des secundären Tetanus aufgehoben würde. Ganz anders aber stellen sich die Verhältnisse, wenn wir eine beliebige Curve wählen, welche unter den gewöhnlichen Bedingungen geschrieben wurde. Ich greife z. B. eine heraus, welche bei 16° Cels. und 16 Gr. Belastung des Muskels sowie beim Maximum des Reizes aufgezeichnet wurde. Hier entspricht die horizontale Abflachung des Gipfels einem Zeitraum von 0,01 Sekunden. Hier ist eine Geschwindigkeit der Schwankung um den Gipfel der Curve von der geforderten Grösse gar nicht möglich. Es kann umgekehrt also auch nicht eine Beschleunigung der vorausgesetzten Oscillationen die Ursache sein, dass in den oben bezeichneten Fällen der secundäre Tetanus fehlt, während die Hubhöhe ungeändert bleibt.

Wie aber, wenn es sich gar nicht darum handelte, dass die Stellung eines Punktes der contractilen Substanz im Raum auf der dauernden Höhe der Verkürzung schwankte? Erregt ja doch auch der Nerv, wenn er tetanisirt wird, ohne sichtbare Bewegung seiner Theile secundären Tetanus in einem prüfenden Präparat, dessen Nerv jenem angelagert ist. Werden demnach nicht auch die molekularen Anordnungen im verkürzten Muskel durch ihren raschen Wechsel allein und ganz abgesehen von den denkbar kleinsten Ortsbewegungen der contractilen Substanz secundären Tetanus erzeugen, wenn jener Wechsel nicht in zu kleinen oder zu grossen Zeiträumen bei einem bestimmten Umfang erfolgt? Niemand wird dies leugnen können, Niemand wird aber auch beweisen können, dass in den von uns untersuchten Fällen der secundäre Tetanus gerade deswegen ausbleibt, weil sich die Geschwindigkeit des Zustandswechsels in den Molekülen des Muskels über das Maass ver-

grössert hat, bei welchem sonst jenes secundäre Phänomen auftritt.

Man sieht aber leicht ein, dass sich unsere Frage gar nicht um diesen Punkt dreht. Wir untersuchen ja nicht den inneren molekulären Vorgang bei der willkürlichen Bewegung, sondern den sichtbaren Modus bei der Verkürzung, d. h. die wirkliche Verschiebung der contractilen Masse. Gesetzt nun der secundäre Tetanus bliebe in den bezeichneten Fällen deswegen aus, weil sich die molekulären Anordnungen zu rasch in der Zeiteinheit ändern, so wird ja ganz sicher, insofern diese Aenderungen die Antriebe für die Ortsbewegung der contractilen Substanz selbst darstellen, die Verschiebung der ganzen Masse für eine längere Zeit eine bleibende, eine stetige sein; denn sie kann ja vermöge ihrer Trägheit die Geschwindigkeit der Impulse zu Bewegungen nicht mit Oscillationen, auch nicht mit den kleinsten beantworten.

Wir schliessen demnach mit vollem Recht, dass da, wo von einem verkürzten Muskel kein secundärer Tetanus zu gewinnen ist, trotzdem, dass die Verkürzung so gross ist, wie in einem zweiten Fall, in welchem der secundäre Tetanus auftritt, die Verschiebung der Muskelmasse eine stetige und keine oscillirende sei. Der idiomuskuläre Wulst veranlasst, wie Kühne gezeigt hat, keinen secundären Tetanus, wenn der Nerv des prüfenden Präparates von ihm aus zu einer nicht zusammengezogenen Muskelstelle hinübergebrückt wird, wohl aber eine secundäre Zuckung in dem Moment, in welchem das Auflagern des Nerv stattfindet. Gerade so ist es bei den willkürlichen und Reflexbewegungen unter den gewöhnlichen Bedingungen: sie kommen durch eine stetige und nicht oscillatorisch summirte Verschiebung der contractilen Substanz zu Wege.

Welche Rollen spielen dabei aber die Centralorgane? Ist es wirklich denkbar, dass durch sie die Menge der in der Zeiteinheit auf sie treffenden Impulse zu einer so viel grösseren Anzahl gesteigert werden könne, so dass dann der secundäre Tetanus ausbleiben muss? Wir dürfen bei einem Nerv-Muskelpräparat annehmen, dass die Summe der Impulse immer der Anzahl der Erregungen gleich sei. Nun werden die Erregungen im Muskel des ersten Präparates wieder die Impulse für den Nerv des zweiten, prüfenden Präparates. Häufen sich dort die Erregungen in der Zeiteinheit so, dass der secundäre Tetanus ausbleibt, so könnte ja auch im ersten Präparat gar kein primärer Tetanus mehr eintreten. Wählt man eine derartige Anordnung von zwei Präparaten, und

sendet in immer dichteren Reihen electrische Stösse durch den Nerv des ersten Präparates, so wird man den secundären Tetanus im zweiten Präparat zu der gleichen Zeit verschwinden sehen, in welcher der primäre im ersten aufhört, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit der Unterbrechungsvorrichtung an der Grenze ihrer Unwirksamkeit angekommen ist. Jene Vorstellung von dem Einfluss der Centralorgane ist also unhaltbar.

Wir haben gesehen, dass je nach der Natur des Reizes die Dauer der einzelnen Zuckung sehr verändert werden kann, so dass es denkbar wäre, dass der von den Centren ausgehende Impuls trotz der Discontinuität seines Ursprungs stetige Verschiebungen in der Muskelmasse herbeiführen könne. Das wird nicht zu leugnen sein, obwohl wir bis jetzt völlig ausser Stande sind anzugeben, welcher Natur überhaupt der Reiz ist, mit welchem die Anregung der motorischen Fasern durch centrale Massen in's Werk gesetzt wird.

Was die Centralorgane am auffallendsten charakterisirt ist die Fähigkeit, in Folge ihrer functionellen Verknüpfung erregbarer Punkte Combinationen von Bewegungen herbeizuführen, selbst wenn nur ein sehr beschränkter Kreis ihrer Ausbreitung von einem Reiz getroffen wird. Diese Fähigkeit kommt ihnen nicht blos insofern zu, als dadurch ein System von mehreren Muskeln zu Erzeugung einer bestimmten Gliederstellung gleichzeitig zur Verkürzung getrieben wird, sondern auch insoferne, als durch sie die gleichzeitige und gleichmässig zusammenwirkende Verkürzung eines Muskels in allen seinen Theilen herbeigeführt werden kann. Damit scheint sich das Ausbleiben des secundären Tetanus in den bestimmten Fällen der Muskelverkürzung unter Mithülfe der Centralorgane am Einfachsten erklären zu lassen. Functioniren in dieser Beziehung die Centra normal, und ist der Reiz, in Folge dessen sie ihre Erregung auf die Nerven übertragen, nicht zu übermächtig, so veranlassen sie in der Summe von Schläuchen, welche einen Muskel zusammensetzen, eine stetige Verschiebung des Inhaltes, welche nach einiger Zeit der ursprünglichen Lagerungsweise früher oder später mit stetigem Fortschritt in allen Schläuchen Platz macht. Geschieht die Reizung mit tetanisirenden Strömen, welche die Nerven direct treffen, oder kann aus irgend welchen Gründen von den Centren die gleichmässige Vertheilung der Anregung in der Summe der Muskelschläuche nicht mehr aufrecht erhalten werden, so wird um so mehr, als die Natur des Reizes starke und rasche Bewegungen in der contractilen Substanz hervorruft, eine zeitliche

Differenz in Beziehung auf das Maass ihrer Verschiebung in den einzelnen Schläuchen stattfinden. Schon der blosse Anblick eines im Tetanus verkürzten Muskels zeigt dieses alternirende Verhalten in den einzelnen Abschnitten seiner Masse und bleibt bei einer genaueren Betrachtung auch da nicht verborgen, wo ein Fühlhebel durch den Zug der gesammten Muskelmasse unverrückbar in seiner Lage gehalten wird.

Den Nerv des prüfenden Schenkels werden wir einem solchen Muskel nie anders anlegen können, als dass er dem Einfluss einer grösseren Anzahl von Bündeln ausgesetzt ist, in welchen die inneren Zustände und selbst die äusserlichen Bewegungsvorgänge in einem fortwährenden Schwanken begriffen sind. Nicht deshalb bleibt die Hubhöhe des ganzen Muskels im Tetanus constant, weil die Summe seiner Bündel mit einer Geschwindigkeit sich verlängert und verkürzt, dass das mechanische Instrument den Schwankungen nicht mehr folgen kann, und deshalb in einer mittleren Stellung verharrt, sondern weil zu der Zeit, in welcher einzelne Bündel zeitweise weniger contrahirt sind, andere stärker verkürzt sind, und nun fortwährende Ablösung erfolgt. Will man sich ein bestimmteres Bild von einer Tetanuscurve verschaffen, so müsste man eine grosse Anzahl zickzackförmiger Linien so in einander und über einander zeichnen, dass eine Schraffirung entstände, deren obere Begrenzung eine zusammenhängende Linie, aus den Gipfelpunkten der einzelnen Zacken gebildet, darstellen würde. Im Gegensatz dazu müssen wir die Curve der willkürlichen und reflectirten Bewegungen unter den gewöhnlichen Verhältnissen als eine einzige Curve betrachten, welche sich aus der stetigen Verschiebung der contractilen Masse bildet.

Wir gerathen damit keineswegs in Widerspruch mit den galvanometrischen Beobachtungen an willkürlich verkürzten Muskeln. Es sprechen dieselben für eine Verminderung der electromotorischen Kraft während der Verkürzung, welche bis zu deren Erlöschen gesteigert werden kann, wenn man den Muskel durch Tetanisiren vollständig erschöpft. So lange die negative Stromschwankung nur als ein Index für Schwankungen in der Stromrichtung betrachtet wurde, musste jede Vorstellung an einen stetigen Process zurückgewiesen werden, wenn man sie auftreten sah; jetzt aber, da Du Bois selbst die Nachwirkung des Tetanus in den Muskeln auf Rechnung einer Abnahme der electromotorischen Kraft des Muskels mit Ausschluss der parelectronomischen Schicht experimentell über-

zeugend gebracht hat*), kann nicht mehr gezweifelt werden, dass die negative Schwankung während des Tetanus wirklich von einer Electricitätsabnahme herrühre. Ihr Vorhandensein, welches sich bei willkürlich verkürzten, wie künstlich tetanisirten Muskeln durch die Nadel und durch die secundäre Zuckung des physiologischen Rheoskops nachweisen lässt, kann umgekehrt also auch nie als ein Beweis für Schwankungen in dem molekulären Zustand der wirksamen Muskelelemente während jeder Art der Verkürzung benutzt werden. Dagegen gewinnt die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenhanges zwischen dem Werth der electromotorischen Kraft und der mechanischen Leistung des Muskels eine wesentliche Stütze, wenn man sieht, dass ausnahmslos bei jeder Form der Muskelverkürzung eine Verkleinerung der electromotorischen Kraft auftritt.

Wir kommen durch die ganze voranstehende Untersuchung zu der Ueberzeugung, dass die gewöhnlichen, natürlichen, d. h. nicht krampfartigen Bewegungen unserer Glieder von solchen Zustandsänderungen in unseren Muskeln begleitet sind, welche aus einer stetigen, geordneten Verschiebung der beweglichen Masse hervorgehen, und von einem entsprechenden Sinken der electromotorischen Kraft begleitet werden. Der eigentliche Tetanus aber giebt das Bild einer ungeordneten, in den verschiedenen wirksamen Abschnitten des Muskels wechselnden, also nicht stetigen Zustandsänderung und die unvermeidliche Berührung des Nerv mit einer Anzahl von Muskelelementen, deren Zustand von Moment zu Moment alternirend wechselt, erzeugt den secundären Tetanus, welcher im ersten Fall fehlt. Aber auch hier nimmt die electromotorische Kraft ab; die negative Stromschwankung ist dabei ein Index sowohl für die absolute Abnahme im Ganzen, als auch für die Schwankung ihrer Intensität in jedem einzelnen Muskelelement.

Niemand kann auf das Vorhandensein der negativen Stromschwankung in den Fällen, in welchen das zweite Präparat den secundären Tetanus versagt, die Folgerung bauen, dass eine Discontinuität des Vorganges im Muskel trotz des letzteren Umstandes vorhanden sei. Die erstgenannte Erscheinung ist ein Index für stetige, wie für rasch schwankende Vorgänge, die zweite ausschliesslich für letztere. Wer trotz dem Allen dabei beharren will, dass auch bei den willkürlichen Contractionen wie bei dem Tetanus eine fortwährende Schwankung

---

*) Du Bois-Reymond, Unters. über thierische Electricität. Bd. II. Abth. II. pag. 157.

im Zustand des Muskels vorhanden ist, muss zugeben, dass die Steigerung in der Geschwindigkeit dieses Wechsels in den Molekülen, welche nothwendig würde um den secundären Tetanus auszuschliessen, ein ganz nutzloses Spiel von Anregungen gegenüber der viel trägeren Masse contractiler Substanz wäre, welche trotz dieses inneren Tumultes doch in einer constanten Lage im Raum verharren müsste, was man dann wohl eine stetige Verkürzung zu nennen gezwungen wäre, wollte man sich nicht von dem Boden der sinnlichen Wahrnehmung in das Reich unbeweisbarer Fictionen flüchten.

Histologische und physiologische Studien.

Von

G. Valentin.

I.

Das Verhalten einzelner Nervengewebe in polarisirtem Lichte.

Die früheren hierher gehörenden Erfahrungen, die ich in meiner Schrift: „Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe in polarisirtem Lichte“ S. 294—302 mittheilte, haben nachgewiesen:

1. dass die Ganglienkugeln oder die Nervenkörper, diese Träger der charakteristischsten Wirkungen des thierischen Organismus, die sonst so häufig in den Geweben vorkommende Doppelbrechung nicht darbieten, — eine Eigenthümlichkeit, die sie mit den Blut- und den Lymphkörperchen theilen, und

2. dass sich das Nervenmark durch den entgegengesetzten optischen Charakter von seinen gewöhnlichen Nachbargebilden unterscheidet. Beobachtet man auf dem dunkelen Grunde des Polarisationsmikroskopes und hat überdies ein Gypsblättchen, das ein feuriges Roth erster Ordnung bei $\pm 45^0$ der Axenebene giebt, eingeschaltet, so lehrt die Farbenveränderung, welche jedes nicht zu undurchsichtige Nervenbündel oder selbst eine einzelne Primitivfaser, vorzugsweise nach dem Anfange der Markgerinnung erzeugt, dass der Nerv negativ in Beziehung auf seine Längsaxe wirkt. Die Bündel der benachbarten Muskelfasern, des Bindegewebes, der Sehnen, die Wandungen der Blutgefässe und selbst die Begrenzungshaut der Primitivfasern geben einen positiven Farbenwechsel, wenn die Längsaxe der Fasern oder Gefässe unter $\pm 45^0$ eingestellt worden. Dieser Umstand

macht es möglich, den grösseren Theil der in einer dünnen Muskelmasse verlaufenden Nerven in anderen Färbungen, als die Muskelfasern darzustellen und sie gleichsam in derselben Weise, wie die Haargefässe durch die Einspritzung gefärbter Massen oder die fixirende Wirkung der Wandungen für eine ammoniakalische Carminlösung sichtbar zu machen. Die nähere Verfolgung des Gegenstandes zeigt, dass die optische Axe der Längsaxe der Nerven parallel geht, man also hier einen wahrhaft negativen Körper vor sich hat und die ganze Erscheinung nur von dem Marke herrührt. Man besitzt daher in jener Farbenänderung, vorzugsweise in der Beobachtung des so lichtstarken Gelb, das bei dem Parallelismus der Längsaxe der Nervenfaser und der Axenebene des Gypses unter $\pm$ 45^0 zum Vorschein kommt, ein sicheres Mittel, die geringsten Reste des Markes in entarteten durchschnittenen Nerven, in Weingeistpräparaten und dergl. zu erkennen. Wir werden überdies bald sehen, dass diese Prüfungsweise wesentliche Vortheile für das Studium des frischen und gesunden Geruchs- oder Sehnerven darbietet.

Dreierlei Umstände machten es mir unter diesen Verhältnissen wünschenswerth, die Nervengewebe der Zitterrochen in polarisirtem Lichte zu untersuchen. Der elektrische Lappen dieser Thiere enthält Ganglienkugeln von ausserordentlicher Grösse. Optische Eigenthümlichkeiten, welche die kleineren Ganglienkugeln anderer Geschöpfe nicht verrathen, könnten dabei möglicher Weise zum Vorschein kommen. Ich kenne ferner keinen Theil des menschlichen oder des thierischen Körpers, in denen die markigen Nervenfasern mit ihren Theilungen und ihren scheinbar oder wahrhaft marklosen Fortsetzungen so ohne Weiteres zu Tage liegen, als in den Blättchen des elektrischen Organs der Zitterrochen. Man durfte daher hoffen, hier genauer bestimmen zu können, wie sich jene beiden Arten von Nervenfasern gegenseitig verhalten. Wären dabei lebhafte Farben zum Vorschein gekommen, so hätte man am Besten an den Platten der elektrischen Werkzeuge verfolgen können, ob sich die doppelt brechenden Eigenschaften des Nervenmarkes während der Nerventhätigkeit ändern oder nicht.

A. Moreau, der seine Versuche über Zitterrochen an der Mittelmeerküste bei Montpellier in dem letzten Frühjahre fortsetzte, übersandte mir durch die freundliche Vermittelung von Martins ein ganz frisches grösseres Exemplar von Torpedo Galvanii und ein kleineres von Torpedo marmorata nur in Stroh verpackt. Ich konnte die Gewebe der beiden Thiere nicht ganz 72 Stunden, nachdem sie lebend aus dem Meere

genommen worden, in Bern untersuchen. Alles war noch so frisch, dass einer der starken Aeste des dreigetheilten Nerven die sich in dem elektrischen Organe verbreiten, aus dem grösseren Zitterrochen herausgeschnitten, einen richtigen Strom mit geringem Elektrotonus, aber keiner negativen Schwankung darbot. Mehrere andere Zweige des dreigetheilten und die des herumschweifenden Nerven, die in dem elektrischen Organe verliefen, gaben umgekehrte Ströme. Ein Muskelstück des Schwanzes zeigte keinen Strom zwischen dem Längs- und dem künstlichen Querschnitt. Prüfte ich ein ausgeschnittenes Stück des elektrischen Organs, so ging der positive Strom von der ausgebreiteten oberen oder Rückenfläche durch den Galvanometerdraht zur Seitenfläche, an der sich die Blättchen, wie in der Seitansicht einer voltaischen Säule darstellen, also von dieser Fläche zur wagerechten in dem Präparate selbst. Diese Stromesrichtung stimmt mit der, welche Matteucci*) an frisch getödteten Zitterrochen beobachtet hat. Sie kann nach ihm 30 bis 40 Stunden fortdauern. Andere Stücke des elektrischen Apparates, die ich ungefähr 80 Stunden nach dem Tode untersuchte, bestätigten das Gleiche. Ich entblösste einen Theil der oberen- oder der Rücken-, und einen entsprechenden Abschnitt der unteren- oder der Bauchfläche des elektrischen Organes, indem ich die äussere Haut entfernte — ein Eingriff, der immer mit der Verletzung einzelner Blättchen verbunden war, — und isolirte dann den nur auf der Seitenkante aufgestellten Fisch so sehr als möglich. Die Ableitung der beiden Flächen der elektrischen Organe gab dann einen Strom, der von der Rückenseite durch das Galvanometer zur Bauchfläche ging. Dieses wiederholte sich an dem grösseren, wie dem kleineren Rochen. Die beiden Seitenflächen lieferten keine deutlichen Ströme. Da auch diese Ergebnisse an den frisch getödteten Zitterrochen nach Matteucci wiederkehren, so ergiebt sich, dass die Zitterrochen, die ich 72 bis 80 Stunden nach dem Tode prüfen konnte, die regelrechten Richtungen der Ströme ihrer elektrischen Organe immer noch bewahrt hatten.

Die schon mit freiem Auge kenntlichen Ganglienkugeln des elektrischen Lappens änderten den rothen Gypsgrund nicht. Die zwischen ihnen verlaufenden Nervenbündel machten ihn gelb, wenn die Längsaxe derselben der Axenebene des Gypses parallel und blau, wenn sie auf dieser senkrecht stand. Man sah daher ein theils gelbes und theils blaues Netzwerk mit rothen, den Ganglienkugeln entsprechenden Maschenräumen.

---

*) Matteucci, Ann. de Chimie. Tome LIX. 1860. p. 446.

Das oft prachtvolle Farbenbild erhielt sich in Praeparaten, die ich in Glycerin aufbewahrte, sobald nicht die Markmassen bei dem Einschliessen zertrümmert worden. Das Trocknen und das nachfolgende Einschmelzen in Canadabalsam lieferten minder günstige Ergebnisse, weil ein Theil des Markes hier, wie in anderen Nervenpraparaten, unkenntlich wurde. Erhärtete ich das Gehirn mit dem einen unversehrt gebliebenen elektrischen Lappen in verdünnter Chromsäurelösung und machte dann einen feinen Schnitt durch den letzteren mit dem Doppelmesser, so antworteten selbst die einzelnen Primitivfasern noch deutlich negativ in Bezug auf die Längsaxe. Die Reactionsweise der Wände der zahlreichen Blutgefässnetze dagegen blieb unsicher. Die grossen, mit ihren Kernen und Kernkörperchen gut erhaltenen Ganglienkugeln erschienen braungelb bis grünlich gelb in gewöhnlichem Lichte und nur wenig anders gefärbt in polarisirtem bei der Stellung $\pm 45^0$ des eingeschalteten Gypsblättchens. Alle diese Bilder erhielten sich auch noch nach der späteren Aufbewahrung in Glycerin.

Untersuchte man Präparate aus dem schon durch Fäulniss erweichten elektrischen Lappen, so zeigte sich bisweilen, dass die mit keiner fremdartigen Flüssigkeit behandelten Ganglienkörper den rothen Gypsgrund auffallend änderten und vorzugsweise nachdrücklich gelb färbten. Die Sache erklärte sich daraus, dass eine dünne Markschicht über den Nervenkörper bei der Präparation hinüber getrieben worden. Man kann übrigens auch ähnliche Erfahrungen an den faulenden Nervenknoten anderer Thiere machen.

Die grösseren Nervenstämmchen, welche in die Blättchen der elektrischen Organe eintraten, zeigten die gewöhnliche negative Wirkung des Markes in Bezug auf die Längsaxe und die positive der Hüllen. Die Blättchen selbst waren nicht so hell, als die von Zitterrochen, die ich früher aus Genua, beinahe eine Woche nach dem Tode in Salz aufbewahrt erhalten und nach denen ich die feineren Theilungen und Netzverbindungen der scheinbar marklosen Fasern in der zweiten Auflage meines physiologischen Lehrbuches Bd. II. S. 598 beschrieben und abgebildet habe. Man erkannte jedoch noch sehr gut die markigen Fasern. Die blassen liessen sich weit verfolgen, wenn man die Blättchen in dem Compressorium zusammendrückte. Hatte man hier eine befriedigende Anschauung erhalten, so war diese in dem gleichen Präparate geschwunden, wenn man es nur mit einem Deckgläschen geschützt, untersuchte, weil die elastische Zurückziehung eine grosse Menge störender Falten erzeugte. Das polarisirte Licht

gab hier keinen befriedigenden Aufschluss. Selbst der Gebrauch eines sehr guten Gypsblättchens von Roth erster Ordnung führte zu keinem entscheidenden Farbenwechsel.

Hatte sich die ausgepresste Markmasse der nicht mehr frischen Aeste des herumschweifenden Nerven in Kugeln gesondert, so zeigten viele von diesen die Eigenthümlichkeit, dass ihre Ränder blaue und gelbe Quadranten und zwar mit verhältnissmässig positiver Stellung zur Axenebene des rothen Gypsblättchens darboten. Der übrige Innentheil wiederholte den rothen Grund des Letzteren.

Der schon in Fäulniss übergehende Gasser'sche Knoten zeigte deutlich, dass die Benutzung des polarisirten Lichtes weiter, als die des gewöhnlichen führen kann. Die Ganglienkugeln, die wiederum vollkommen gesondert keine Merkmale von Doppelbrechung verriethen, führten oft zu einer eigenthümlichen Erscheinung, so lange sie in ihrer Hülle eingeschlossen bipolare Fortsätze darzubieten schienen. Ihre Fläche war nämlich mit einem gelben Schleier überzogen, wenn die Axenebene des Gypsblättchens mit der Richtung der gerade ausgestreckten bipolaren Fortsätze zusammenfiel. Drehte man jenes um einen rechten Winkel, so erschien Blau statt Gelb. Wir können uns das Ganze durch die Annahme erklären, dass sich Markmasse ohne eine wesentliche Aenderung der Lage ihrer optischen Axe zwischen die Ganglienkugel und deren Hülle gedrängt hatte. Das gewöhnliche Mikroskop liess aber keine Spur von Mark unter den verschiedensten Beobachtungsarten erkennen. Viele, ihres doppeltbrechenden Markes beraubte Fortsätze und die Hüllen der Ganglienkugeln verhielten sich, wie gewöhnlich, positiv zur Längsaxe. Wenn aber die Bezirke einzelner Ganglienkugeln gelb und die Fortsätze derselben blau oder umgekehrt erschienen, so erklärte sich dieser Unterschied daraus, dass doppelt brechendes Mark nur noch innerhalb der Hülle der Ganglienkörper vorhanden war. Das gewöhnliche Mikroskop verrieth auch dieses Verhältniss in keinerlei Weise.

Führte auf diese Art das polarisirte Licht einen Schritt weiter in kritischen Fällen, so lehrten doch andererseits diese Untersuchungen, dass sich die Frage, ob sich der doppelt brechende Charakter des Nervenmarkes der in dem elektrischen Organe verlaufenden Primitivfasern während der Thätigkeit ändert, nur unter den günstigsten Nebenbedingungen wird beantworten lassen.

Die zahlreichen Theilungen der markigen Fasern und die eigenthümliche Ausbreitung der blassen in den Blättchen der

elektrischen Organe gehören zu den interessantesten Demonstrationsobjecten der Geweblehre. Ich machte daher eine Reihe von Studien über die Wirkung verschiedener Aufbewahrungsflüssigkeiten, die mich wiederum, wie man sehen wird, zu anderen gewöhnlicheren Gegenständen zurückführten.

Bruchstücke der elektrischen Organe, die in einer verdünnten Lösung von Eisenchlorid aufbewahrt worden, zerfielen von selbst und entwickelten nach einiger Zeit einen Fäulnissgeruch. Die einzelnen Blättchen gaben keine irgend befriedigende Bilder unter dem Mikroskope. Die von Proben, welche in einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd gelegen hatten und keine deutliche Fäulniss selbst nach fünf Monaten darboten, liessen sich leicht von einander trennen und zeigten die Blutgefässe und die markigen Nervenfasern sehr deutlich. Der Charakter der Doppelbrechung der letzteren konnte nicht mehr mit Sicherheit bestimmt werden. Die Verzweigungen der blassen Fasern wurden nicht erkannt. Die Aufbewahrung in Holzessig lieferte ähnliche Ergebnisse. Doppelt kohlensaures Natron machte die Bruchstücke des elektrischen Organes weiss und gallertig. Die feineren Blutgefässe und Nerven waren unsichtbar geworden. Man bemerkte dagegen auffallend viele geschlängelte Bindegewebbündel in den gesonderten Blättchen. Sublimatlösung liess diese letzteren nach einigen Wochen faltig und körnig erscheinen. Behandelte man aber ein einzelnes unter dem Compressorium, so erkannte man hier und da die Blutgefässe und die markigen, bisweilen auch die blassen Nervenfasern bis zu dem Beginne der Netzbildung. Die dickeren Nervenbündel der elektrischen Organe hatten noch eine schwache Doppelbrechung bewahrt. Sie waren aber positiv in Bezug auf die Längsaxe, besassen also den Charakter der Hüllen und nicht den des Markes. Die vereinzelten Markfasern dagegen und die scheinbaren oder wirklichen Achsencylinder lieferten keine so scharfen Farbenänderungen, dass sich ein Urtheil über den Charakter entnehmen liess.

Reines Glycerin und selbst solches, das nicht chlor- und schwefelfrei ist, kann sehr gute mikroskopische Präparate liefern, wenn man die frischen Theile in dasselbe gelegt hat. Man erkennt noch nach Monaten die Blutgefässe, die markigen und zum Theil die blassen Fasern. Glycerin-Tannin, das sonst die allzu grosse Durchsichtigkeit der in reinem Glycerin aufbewahrten Präparate nicht erzeugt, lieferte etwas undeutlichere Bilder.

Die Blättchen von Stücken, die in Chromsäurelösung gelegen hatten, liessen die Blutgefässe mit ihren grösstentheils

veränderten Blutkörperchen und die markigen Fasern mit ihren Theilungen deutlich wahrnehmen. Sie konnten aber nur schwer wechselseitig getrennt werden, lieferten zahlreiche, die Untersuchung störende Falten und gaben keine befriedigenden Bilder der blassen Fasern. Die gesonderten Markfasern verriethen noch eine unzweifelhafte, obgleich schwache negative Wirkung ihrer Doppelbrechung in Bezug auf die Längsaxe. Ein hinreichend feiner Schnitt durch den in Chromsäure erhärteten elektrischen Lappen von Torpedo Galvanii liess die Blutgefässe, die schon dem freien Auge als Körner erscheinenden Ganglienkugeln und viele Trümmer von Nervenfasern erkennen.

Der kleinere Torpedo marmorata, der in einer verdünnten Lösung von doppeltchromsauerem Kali aufbewahrt wurde, entwickelte noch nach Monaten den Seegeruch, verrieth aber nicht eine Spur von Fäulniss, obgleich indessen häufig die Tageswärme auf mehr als 20^0 bis 25^0 C. gestiegen war. Die Blättchen der elektrischen Organe hatten ein granulirtes Aussehen und zeigten, selbst unter dem Compressorium weder die Blutgefässe, noch die Nerven mit genügender Deutlichkeit. Nervenstämmchen, die zwei bis drei Primitivfasern enthielten, wirkten schwach doppeltbrechend, jedoch positiv zur Längsachse, also mit dem Charakter der Hüllen. Dasselbe wiederholte sich auf das Nachdrücklichste für ein stärkeres Bündel des hintersten Trigeminusastes des elektrischen Organs. Bruchstücke des elektrischen Lappens verriethen einen geringen verhältnissmässig positiven Einfluss der Blutgefässwände. Die Ganglienkugeln, die sich später in Glycerin befriedigend aufbewahren liessen, waren gut erhalten. Die quergestreiften Muskelfasern erschienen stärker doppelbrechend als die frischen, wenn man sie selbst in Wasser möglichst ausgewaschen hatte. Der positive Charakter hatte sich dabei unverändert erhalten.

Keines dieser Aufbewahrungsmittel leistete aber soviel, als der englische Liquor conservativus. Eine Lösung von vier Unzen Kochsalz, zwei Unzen Alaun und vier Gran Sublimat in zwei Liter Wasser erhielt Jahrelang Salpen und Pterotracheen unserer Sammlung in dem befriedigendsten Zustande von Durchsichtigkeit. Dieses bewog mich, mir Stücke der elektrischen Organe von Torpedo, ein ganzes Thier der Art und Schwänze gewöhnlicher Rochen in jenem Liquor conservativus aufbewahrt durch die Gefälligkeit von Matteucci und Studiati kommen zu lassen. Die Blättchen eines elektrischen Organes, das vor ungefähr einer halben Woche frisch

eingelegt worden, zeigten die Blutgefässe mit den Blutkörperchen, die markigen Nervenfasern mit ihren Theilungen und die verästelten blassen, mit einzelnen Netzverbindungen in einer Klarheit, welche die der oben erwähnten, mir frisch zugesandten Exemplare merklich übertraf. Die Gefässe, die einzelnen Nervenfasern und die Muskelfasern lieferten eine nur schwache Doppelbrechung. Dasselbe Stück des elektrischen Organes wurde später bei der ferneren Aufbewahrung in dem gleichen abfiltrirten Liquor conservativus härter und die Blättchen körniger. Die Behandlung mit Essigsäure und die Untersuchung unter dem Compressorium führten aber immer noch zu guten Bildern der Blutgefässe und der markigen Fasern. Andere Stücke, die weicher geblieben, enthielten noch nach sechs Monaten Blättchen, welche die befriedigendsten Präparate lieferten. Diese werden mit Vortheil in Glycerin für immer aufbewahrt. Die Doppelbrechung schien auch in den dickeren Nervenbündeln und den quergestreiften Muskelfasern abgenommen zu haben.

Die Blutgefässnetze des elektrischen Lappens erhalten sich in befriedigender Weise in Liquor conservativus. Die Ganglienkugeln werden höchstens etwas undurchsichtiger. Die zwischen ihnen verlaufenden Nervenbündel können ihren verhältnissmässigen negativen Charakter Monate lang darbieten.

Das Letztere wiederholte sich für die Nerven der pseudoelektrischen Organe der gewöhnlichen Rochen. Ebenso hatten die Muskelfasern, von denen Viele ihre oberflächlichen Kernbildungen ohne weiteres zeigten, und die Bälkchen der elektrischen Organe ihren im Verhältniss zur Länge positiven Charakter nicht verloren. Günstige Bilder der Blutgefäss- und der Nervenverbreitung in dem Innern der Blättchen liessen sich hier nicht gewinnen.

Diese Erfahrungen bewogen mich nachzusehen, wie jene Erhaltungsflüssigkeit auf Wirbelthiere, die nicht im Meere leben, wirkt. Die Antwort fiel nicht günstig aus. Ein Glas, das Schlangeneier und einen Wassermolch enthielt, bedeckte sich nach einigen Wochen mit einer reichlichen, aus Sporen und entschieden doppelt brechenden Fäden bestehenden Schimmelbildung. Die Oberhaut des Triton ging leicht ab. Die scheinbar unveränderte Lederhaut bot keine deutliche Doppelbrechung dar. Die Muskelfasern des Schwanzes zeigten keine Querstreifen, dagegen deutliche Längsfäden und einen mässigen Grad verhältnissmässig positiver Doppelbrechung. Die der Kehlmuskeln zerfielen leicht in eine Menge cylindrischer Bruchstücke, in Sarcous Elements mit verhältnissmässig grossen

Längendurchmessern. Die Nervenfasern, z. B. des Hypoglossus, hatten an Durchsichtigkeit verloren und sich mit Körnchen bedeckt, ihre relative negative Doppelbrechung dagegen scheinbar kräftig bewahrt. Diese war in den einfachen Muskelfasern des Darmes bedeutend verringert. Die Haargefässe verriethen sich in vielen durchsichtigeren Präparaten der Haut und der Muskeln durch die Anordnung der in ihrer Form veränderten Blutkörperchen.

Die gut erhaltenen Fasern des Chorion der Eier gaben nur zweifelhafte Merkmale der Doppelbrechung. Eiweiss und Dotter waren erhärtet, die Gewebe des Embryo undurchsichtig und daher für das Mikroskop unbrauchbar geworden.

Manche quergestreiften Muskelfasern einer erwachsenen Maus, die mehrere Monate in Liquor conservativus gelegen hatte, zeigten ihre Querstreifen und ein Zerfallen in längliche Sarcous Elements, andere dagegen nicht. Die Doppelbrechung war fast gänzlich verloren gegangen. Diese erschien dagegen noch deutlich positiv in Bezug auf die Längsaxe der Bindegewebsbündel und der einfachen Muskelfasern des Darmes, und relativ negativ in den Nervenfasern. Die Eier des Eierstockes und die in der Gebärmutter enthaltenen Embryonen waren unkenntlich, die Linse und die Hornhaut undurchsichtig, endlich die mit doppelt brechenden Kryställchen bedeckte Hirnmasse trüber und weicher geworden.

Stücke des Hüftnerven und der Zunge der Katze und vorzugsweise die trächtige Gebärmutter eines Kaninchens erhärteten in merklichem Grade in dem Liquor conservativus. Das geronnene Mark des Ischiadicus lieferte eine starke, verhältnissmässig negative, die Muskelfasern der Zunge und des Gastrocnemius der Katze und der trächtigen Gebärmutter des Kaninchens, so wie die Sehnen eine starke positive Doppelbrechung. Die Faserung liess sich an dem schwangeren Uterus besser, als im frischen Zustande verfolgen. Die Embryonen waren undurchsichtig, aber so hart geworden, dass man beliebige feine Schnitte anfertigen konnte. Dasselbe wiederholte sich für einzelne Eidechsenembryonen.

So gut sich der Liquor conservativus für die Aufbewahrung der elektrischen Organe und anderer Theile der Zitterrochen eignet, so wenig befriedigt er nach diesen Erfahrungen, wenn es sich um Gewebestudien der nicht im Meere lebenden Wirbelthiere handelt.

Die in Bezug auf die Längsaxe negative Wirkung des Nervenmarkes kann noch Aufschlüsse über Verhältnisse geben, die in gewöhnlichem Lichte gar nicht oder unvollständiger

erkannt werden. Ich habe schon S. 302 meiner Schrift bemerkt, dass sich die in dem hinteren Theile der Netzhaut, z. B. des Menschen, des Kaninchens und des Frosches ausstrahlenden Nervenfasern durch ihre lebhaft gelbe Farbe sogleich verrathen, wenn ihr Längendurchmesser der Axenebene des Gypsblättchens von Roth erster Ordnung parallel steht. Wir werden noch in diesem Aufsatze kennen lernen, dass man die gleiche Erfahrung in den übrigen Abschnitten der Netzhaut zu machen im Stande ist. Es beruhte daher auf einem Irrthume, wenn man das Mark den in der Retina verlaufenden Sehnervenfasern absprach. Das Gleiche wiederholt sich für die Fasern der Geruchsnerven. Trennt man die Schleimhaut der Muscheln oder noch besser, der Nasenscheidewand eines jungen Kaninchens dicht unter der Durchtrittsstelle der Bündel des Geruchsnerven durch die Lamina cribrosa, in einer etwas grösseren Ausdehnung los und untersucht sie in Glycerin, so kann man die einzelnen Bündel und Geflechtäste des sonst so blassen N. olfactorius bei passender Einstellung auf das Schönste gelb gefärbt, und um mich des Ausdruckes zu bedienen, wie durch Injection dargestellt, sehen. Es gibt mit einem Worte Fasern, deren, vielleicht eigenthümliches Mark, erst in polarisirtem Lichte mit Sicherheit er kannt wird.

Die auf dem rothen Gypsgrunde auftretenden Färbungen können dazu dienen, verstecktere Nervenästchen zu entdecken, oder diese von benachbarten Blutgefässen zu unterscheiden. Hat man z. B. die äussere Haut des Frosches mit schwacher Essigsäure durchsichtig gemacht, so dass nicht alle Doppelbrechung verloren ging, und dann in Glycerin aufbewahrt, so sieht man oft die parallel der Axenebene der rothen Gypsblättchen verlaufenden Nervenzweige lebhaft gelb und die benachbarten Blutgefässe matter blau gefärbt. Man entdeckt bisweilen auf diese Weise feine Verästelungen, die in ge wöhnlichem Lichte weniger auffallen. Etwas Aehnliches wiederhohlt sich in der durch Glycerin durchsichtiger gemachten Vorhofswand des Herzens oder der eben so behandelten Wandung der Harnblase des Frosches. Hier, wie in anderen Theilen zeichnen sich wellig gebogene oder geschlängelte Nerven bei passender Einstellung und gehöriger mittlerer Dicke dadurch aus, dass sie prachtvolle, abwechselnd gelbe und blaue Bänder bilden. Jene verlaufen natürlich genau oder annähernd parallel der Axenebene des Gypses und diese senkrecht darauf.

Dasselbe Grundverhältniss wiederholt sich an den Schlingen, welche isolirte Primitivfasern oder Bündel derselben bilden.

Sondert man den Vorhof des Gehörorgans des Frosches und entfernt den Gehörstein im Ganzen mit der Nadel oder die zerstreuten Krystalle durch Auswaschen in Wasser, so zeigt ein solches Präparat schon in frischem Zustande an vielen Stellen, an denen kein störendes Pigment vorhanden ist, die schlingenförmigen Umbiegungen einzelner Primitivfasern aus einem Bündel des Nervengeflechtes des Hörnerven in ein anderes. Die Aufbewahrung in Glycerin macht zwar das Ganze durchsichtiger, lässt aber das Sachverhältniss eben so deutlich erkennen. Stellt man eine Schlinge der Art in polarisirtem Lichte nach der Einschaltung eines Gypsblättchens passend ein, so erscheint die der Axenebene parallele Schlingenhälfte gelb und die auf ihr senkrechte Abtheilung der Umbiegung nebst einem grösseren oder kleineren Nachbarbezirk blau bis blauroth. Ich besitze ein solches, seit langer Zeit aufbewahrtes Glycerinpräparat, in dem ich die Farben, vorzugsweise das lichtstarke Gelb mit der grössten Lebhaftigkeit darstellen kann. Zieht man die Aeste des Hüftgeflechtes des Frosches gewaltsam aus den Wirbellöchern heraus und untersucht den Vereinigungsbezirk der vorderen und der hinteren Wurzeln, so sieht man bisweilen einzelne Primitivfasern oder Bündel derselben von einem Stämmchen zum andern schlingenartig in ähnlicher Weise umbiegen, als ich dieses aus dem herumschweifenden Nerven der Maus beschrieben habe. Man kann auch hier die gelbe und die blaue Färbung der beiden Schlingenhälften leicht darstellen.

Das polarisirte Licht führt bisweilen selbst in Glycerinpräparaten weiter, als das gewöhnliche. Ich hatte z. B. fast gleichzeitig Nervenfasern des dreigetheilten Nerven des Hechtes und des Hüftnerven eines Crocodilus lucius in Glycerin eingeschlossen. Beide Thiere befanden sich schon in vorgerückterer Fäulniss, als ihre Nervengewebe benutzt wurden. Die Primitivfasern des Fisches und des Reptiles schienen ein paar Monate später den gleichen grauweissen offenbar geronnenen Markinhalt darzubieten. Während aber die Fasern des Hechtes die verhältnissmässig negative Reaction ihrer ganzen Länge nach ausübten, zeigte sich, dass die positive an denen des Crocodiles vorherrschte. Nur einzelne, sehr kleine und zerstreute Punkte antworteten hier negativ.

Man kann die schönsten Praeparate bipolarer Ganglienkugeln aus dem Gasser'schen Knoten von Zitterrochen oder Lampreten, die viele Jahre in Weingeist gelegen haben, anfertigen. Die Fortsätze erscheinen schon auffallend durchsichtig in gewöhnlichem Lichte. Untersucht man sie aber

in polarisirtem, mit Hilfe des rothen Gypsgrundes, so liefern die Primitivfasern keine deutliche Doppelbrechung oder die positive Wirkung der Hüllen statt der negativen des Nervenmarkes. Man kann übrigens auch ähnliche Erfahrungen an den verschiedensten, nicht gangliösen Nerven machen, die Jahre lang in Weingeist aufbewahrt worden.

Ich habe schon in meiner Schrift, S. 302 angegeben, dass die Stäbchen des Jacob'schen Haut nicht negativ, wie die markigen Nervenfasern, sondern positiv in Bezug auf ihre Längsaxe wirken. Die weitere Verfolgung des Gegenstandes führte mich noch zu einigen anderen bemerkenswerthen Punkten der Structurverhältnisse der Netzhaut. Die hier mitgetheilten Erfahrungen beziehen sich nur auf die Netzhaut des Frosches. Will man die bald zu erwähnenden Erscheinungen in aller ihrer Pracht und Schärfe wahrnehmen, so muss man darauf sehen, dass man ein Gypsblättchen gebraucht, welches ein reines und feuriges Roth erster Ordnung herstellt. Zwei solche, von dem Werthe 565 (siehe meine Schrift S. 118, 119), die ich bei diesen Beobachtungen häufig benutzte, lieferten alle Farbenunterschiede mit grosser Lebhaftigkeit. Nahm ich dagegen ein etwas violetteres Blättchen, das kaum 575 hatte, so traten schon die Färbungen der in der Netzhaut versteckter verlaufenden Nervenfasern bedeutend zurück. Die feinsten Verhältnisse liessen sich gar nicht erkennen. Dasselbe wiederholte sich, wenn ich ein Gypsblättchen von Roth zweiter Ordnung versuchte. Solche von Roth dritter oder vierter Ordnung, oder von anderen Farben können nicht zur Wahrnehmung zarterer Punkte, und viele selbst nicht für das Studium der Stäbchen gebraucht werden.

Betrachten wir zunächst die letzteren, so überzeugt man sich schon an der frischen, mit keiner fremden Flüssigkeit berührten Netzhaut, dass sie im Verhältniss zur Länge positiv wirken, also parallel der Axenebene des Gypsblättchens 565 blauviolett und senkrecht darauf gelb erscheinen. Man sieht dieses am Besten an Stellen, wo die Stäbchen massenweise zusammenliegen. Diese Bezirke bewahren auch den gleichen Charakter der Doppelbrechung, wenn man sie nach dem Eintrocknen in Canadabalsam einschliesst. Befeuchtet man dagegen die frische Netzhaut mit Wasser, so dass die Stäbchen die bekannten Formveränderungen erleiden, so verräth sich ihre Doppelbrechung, selbst bei dem Gebrauche der besten rothen Gypsblättchen gar nicht oder höchstens nur spurweise.

Das Glycerin, das schon die Doppelbrechung des Nervenmarkes im Anfange seiner Wirkung nachdrücklicher hervor-

treten lässt, übt in dieser Hinsicht einen auffallenden Einfluss auf die Stäbchen aus. Man nimmt ein Stückchen der Netzhaut eines eben getödeten Frosches, untersucht es zuerst in einer der im Auge selbst befindlichen Flüssigkeiten und überzeugt sich von der schwachen, oft nicht nachweisbaren Aenderung des rothen Gypsgrundes durch die gesonderten Stäbchen. Lassen wir nun einen Tropfen Glycerin hinzutreten, so trübt sich die Netzhaut und wird grauweiss bis weisslich. Alle Stäbchen, die in der Flüssigkeit schwimmen und die, welche noch an der Netzhaut haften, haben jetzt eine starke Doppelbrechung gewonnen. Die, welche parallel der Axenebene des Gypses liegen, erscheinen blau bis blauroth. Das lebhafte Gelb tritt nicht bloss in denen auf, die senkrecht auf der Axenebene stehen, sondern selbst noch in anderen, deren Längsaxe in einem bedeutenden Winkel von dieser Richtung abweicht. Der Farbenunterschied kann uns da, wo die Stäbchen haufenweise beisammen oder umgekehrt, wo sie vereinzelt und versteckt auf ihrer Seitenfläche liegen, über die Anordnung derselben belehren. Senkrecht auf ihre Längsaxe aus der Vogelperspective gesehen, ändern sie die Farbe des Gypsgrundes nicht. Die von manchen Forschern als Zapfen betrachteten Gebilde verhalten sich auf die gleiche Art. Ich kenne kein Gewebe, das in ebenso durchgreifender Weise in Bezug auf seine doppeltbrechenden Eigenschaften durch das Glycerin verändert wird, als die Stäbchen. Der Einfluss scheint übrigens mit der Zeit unter Verhältnissen, die ich nicht genauer angeben kann, abzunehmen. Ich besitze wenigstens Glycerinpräparate der Netzhaut, deren Stäbchen weniger lebhafte oder gar keine Färbungen nach mehreren Monaten darboten. Diese Aenderung zeigte sich bei dem Gebrauche von ganz reinen Glycerinsorten, so wie bei dem von solchen, die Chlor und Schwefel enthielten.

Weder Pfeffermünzöl, das die Netzhaut für das freie Auge ebenfalls trübte, noch Terpentinöl, das sie eher durchsichtiger machte, verstärkten die Doppelbrechung der Stäbchen. Das Erstere verminderte sie vielmehr in auffallendem Masse.

Drückt man einen Abschnitt der frischen Netzhaut oder rollt ihn unterhalb des Deckgläschens, so dass die Stäbchen entfernt werden, so bemerkt man häufig an einzelnen Stellen der übrigen Masse einen hellen, körnerlosen Streifen, in dem man feine Längslinien, vorzugsweise bei der Beschattung des Gesichtsfeldes oder bei dem Gebrauche schiefen Lichtes wahrnimmt. Es liegt die Vermuthung nahe, dass man es hier mit Sehnervenfasern der Netzhaut zu thun habe. Das polarisirte

Licht spricht zu Gunsten dieser Annahme. Stellt man die Längsstreifen so ein, dass ihre Längsrichtung der Axenebene des unter $+45^0$ gerichteten Gypsblättchens parallel läuft, so färben sie den rothen Grund gelb und bei senkrechter Lage blau. Liegen keine fremden Gewebe darüber, so zeigen sich die Farben mit grosser Lebhaftigkeit. Kennt man die Erscheinung und gebraucht man ein sehr empfindliches Roth des Gypsblättchens, so entdeckt man oft die gleichen Gebilde in Bezirken der Netzhaut, an denen man sie in gewöhnlichem Lichte kaum wahrnehmen würde, wenn man nicht eben früher durch die Farbe des polarisirten Lichtes darauf aufmerksam geworden wäre.

Gelingt es die Ganglienkugeln der Netzhaut von anderen benachbarten Gewebtheilen zu befreien, so überzeugt man sich, dass sie den rothen Gypsgrund ohne sichtliche Veränderung wiedergeben. Eine merkliche Doppelbrechung fehlt also diesen Gebilden, wie den übrigen Ganglienkugeln des Körpers. Das Gleiche scheint sich auch für die Körner der Netzhaut zu wiederholen. Befinden sie sich noch in ihrem natürlichen Zusammenhange, so sind sie bisweilen roth, bisweilen aber auch bläulich oder gelblich. Die letzteren Färbungen rühren aber vielleicht nur von zertrümmerten Stäbchenmassen, die auf oder unter ihnen liegen, her.

Es ist mir in seltenen Fällen gelungen, Schnitte der frischen Netzhaut des Frosches herzustellen, welche an die nach Chromsäurepräparaten von H. Müller und Kölliker*) gegebenen Abbildungen der Durchschnitte der menschlichen Netzhaut erinnerten. Man hatte zuerst die Stäbchen, dann eine Körnerschicht, hierauf eine durchsichtige feinfaserige erste Zwischenschicht, dann wiederum eine Körnerlage und endlich eine, der ersten ähnliche Zwischenschicht. Wurde das Präparat mit Glycerin befeuchtet und die Längsaxen der beiden Zwischenschichten parallel der Axenebene des Gypses eingestellt, so erhielt man das prachtvollste Farbenspiel, so wie man das analysirende Nicol aufsetzte. Die beiden Zwischenschichten erschienen lebhaft gelb und eben so die Stäbchen, die senkrecht zur Axenebene des Gypses standen, die zwei Körnerlagen blauroth, endlich die der Axenebene parallelen Stäbchen blau bis violett. Drehte man das Gypsblättchen von $+45^0$ nach -45^0, so wurden die früher gelben Zwischenschichten und Stäbchen blau bis violett und die blauen Stäbchen

*) A. Ecker, Erläuterungstafeln zur Physiologie und Entwickelungsgeschichte. Leipzig 1854. 4. Taf. XIX. Fig. I. bis IV.

gelb, während sich die Färbung der Körnchen nicht wesentlich änderte. Ich erhielt solche Bilder sowohl aus der hinteren, als aus der vorderen Hälfte der Netzhaut des Frosches. Sie zeigen also die verhältnissmässig positive Wirkung der Stäbchen und die negative der Faserschichten, sowie das indifferente Verhalten der Körnerlagen unmittelbar nebeneinander.

Man könnte theoretisch annehmen, dass die Stäbchen an und für sich nicht anders, als die markigen Nervenfasern wirken, dass aber ihre optische Axe, auf der der letzteren senkrecht steht. Die Dünne derselben macht einen sicheren Entscheid überaus schwierig. Die gleichartige Färbung bei dem Aufliegen und die Wiedergabe des Grundes des Gesichtsfeldes bei senkrechter Stellung sprechen schon gegen jene Annahme. Ich glaube mich nicht getäuscht zu haben, als ich eine wahrhaft positive Wirkung in Bezug auf die Längsaxe der Stäbchen durch Drehen der Präparate um eine der Richtung der Axenebene des Gypses parallele Axe wahrnahm. Die Richtigkeit dieser Beobachtung vorausgesetzt, würde zwar die optische Axe in den Stäbchen wie in den Nervenfasern der Länge nach verlaufen. Jene wären aber wahrhaft positiv und das Mark von diesen wahrhaft negativ.

Die mässige Doppelbrechung der Netzhaut ist gegen die Einwirkungen der Chromsäure empfindlicher, als die stärkere der Muskeln. Liess ich Augen des Menschen, des Schaafes und des Frosches in verschiedenen Chromsäurelösungen erhärten und machte dann so feine Schnitte durch die Netzhaut, dass sie die vollkommensten Originale der von solchen Durchschnitten gegebenen Abbildungen darstellen konnten, so war ich nicht mehr im Stande, auch nur eine Spur von Doppelbrechung in irgend einer Schicht mit Hilfe des rothen Gypsgrundes zu entdecken. Die Muskelfasern der Augenmuskeln dagegen wurden parallel zur Axenebene lebhaft blau und senkrecht zu ihr intensiv gelb. Die senkrechten Durchschnitte der in Chromsäure erhärteten Netzhaut des Frosches gaben übrigens andere Bilder der einzelnen Schichten, als die frische Netzhaut, so dass ein unbedingter Schluss von jenen auf diese nicht gerechtfertigt ist.

Liefert auf diese Art das polarisirte Licht einen auffallenden Unterschied zwischen den Sehnervenfasern und den Stäbchen oder den Zapfen, so kann der Mangel der Doppelbrechung in den Ganglienkugeln die Deutung dieser Elemente als wahre Ganglienkörper, so wie der Körner als ihnen verwandter Gebilde, wenigstens mit Wahrscheinlichkeitsgründen stützen.

II.

Thermische Axen organischer Gewebe.

Die Doppelbrechung, welche die meisten Bestandtheile der Pflanzen und der Thiere darbieten, lässt erwarten, dass nicht bloss die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, sondern auch die der Wärme nach verschiedenen Richtungen ungleich ausfallen wird. Dieser Schluss bewog mich, die in diesem Abschnitte besprochenen Untersuchungen vorzunehmen.

Das ganze Gebiet der Wärmelehre, das wir hier zu betreten genöthigt sind, gehört den Bemühungen unserer Generation an. Alle Forscher, welche die mathematische Theorie begründeten, und die, welche die hierher gehörenden physikalischen Erfahrungen lieferten, arbeiten noch rüstig an der Erweiterung der Wissenschaft.

Lambert*), der, wie Newton, den Wärmeunterschied zweier benachbarter Körper als die Grundbedingung der Wärmeleitung ansah und diese durch eine logarithmische Function ausdrückte, erwähnt nicht die Möglichkeit eines verschiedenen Fortpflanzungsvermögens nach verschiedenen Richtungen. Fourier beobachtet das gleiche Schweigen in dem mathematischen Theile seiner Wärmetheorie. Er kommt nur beiläufig in seinen Schlussbetrachtungen auf den uns beschäftigenden Fall zurück. Hier bemerkt er**), dass man den die innere Leitungsfähigkeit ausdrückenden Coëfficienten als variable Grösse unter dem Integrationszeichen der Differentialgleichung der Wärmebewegung lassen müsse, wenn die Masse des in Betracht gezogenen Körpers nicht gleichartig ist. Auf eine weitere Entwickelung wird nicht eingegangen. Poisson***) hebt zwar hervor, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme in verschiedenen Richtungen wechseln könne und führt das Holz und die Krystalle als Beispiele an. Er beschränkt sich aber auf die blosse Andeutung, wie sich die annähernde Differentialgleichung des Wärmeflusses gestalten würde und verweist im übrigen auf einen in dem 21. Hefte (Bd. XIII.) des Journals der polytechnischen Schule enthaltenen Aufsatz

---

*) J. H. Lambert, Pyrometrie oder vom Maasse des Feuers und der Wärme. Berlin 1779. 4. S. 141 u. 168.

**) M. Fourier, Théorie analytique de la Chaleur. Paris 1822. 4. p. 591.

***) S. D. Poisson, Théorie mathématique de la Chaleur. Paris 1835. 4. p. 99. 100.

von Duhamel. Diese mir nicht zu Gesicht gekommene Arbeit nimmt, wie Lamé*) hervorhebt, eine Gleichheit der Wärmeleitung nach den beiden entgegengesetzten Richtungen, die von einem Punkte auf einer geraden Linie ausgehen, an. Man hat daher schon desswegen nur einen besonderen Fall der allgemeinsten Auffassung. Besitzen nämlich zwei einander sehr nahe Moleküle eines gleichartigen und athermanen Mittels ungleiche Wärmegrade, so überlässt das wärmere dem kälteren in einer unendlich kleinen Zeit eine Wärmemenge, die dem Produkte des Temperaturunterschiedes, des Zeitelementes und eines Coëfficienten gleicht, der von der Entfernung der beiden Moleküle und der Richtung ihrer Verbindungslinie abhängt. Dieser letztere Factor hat aber den gleichen Werth nach den beiden entgegengesetzten Richtungen unter der oben erwähnten beschränkenden Voraussetzung. Die gewonnenen Gleichungen lassen sich daher nur auf beiderseitig symmetrische Formen, nicht aber auf andere, z. B. das Tetraëder anwenden.

Die wichtigsten und umfassendsten Arbeiten auf diesem Gebiete rühren von Lamé her. Nachdem dieser Mathematiker die Gleichungen der isothermen Flächen, die mit denen des Potentials und der Niveauflächen, so wie mit den elliptischen Functionen, also einer Reihe von Hauptpunkten der glücklichen mathematischen Forschung unserer Tage zusammenhängen, ausführlich und mit Anwendung einer eigenthümlichen Symbolik behandelt hatte**), suchte er die mathematische Theorie der Wärmeleitung von einem möglichst allgemeinen Standpunkte anzugreifen***). Viele Folgerungen dieses Werkes überschreiten die Grenzen des gegenwärtigen Erfahrungsgebietes, so dass eine reiche Auswahl für den Vergleich der theoretischen Forderungen mit den Antworten der Beobachtung auf diese Weise gegeben ist. Lamé betrachtet hierbei nicht bloss den allgemeinsten Fall, in dem die oben erwähnte symmetrische Gleichheit als Vorbedingung hinwegfällt, sondern sucht auch die ganze Theorie der Wärmebewegung in krystallinischen Mitteln auf die Eigenschaften der Flächen zweiten Grades (des Elli-

---

*) G. Lamé, Leçons sur la Théorie analytique de la Chaleur. Paris 1861. 8. p. XV.

**) G. Lamé, Leçons sur les Fonctions inverses des Transcendantes et les surfaces isothermes. Paris 1857. 8.

***) G. Lamé, Leçons sur la Théorie analytique de la Chaleur. Paris 1861. 8. Eine im Cosmos von Moigno Bd. XVIII. von Randau S. 221—223 gegebene Anzeige dieses Werkes veranlasste Lamé zu einer ferneren, ebendaselbst S. 229, 230 abgedruckten, uns hier nicht näher interessirenden erläuternden Bemerkung.

psoides) zurückzuführen*). Man stösst daher auf Aehnlichkeiten mit den Verhältnissen der Elasticität, deren Theorie ebenfalls von Lamé**) früher ausführlicher mit einzelnen Anwendungen auf Akustik und Optik gegeben worden und deren Gleichungen oft ganz ähnliche Formen darbieten. Die Untersuchung erklärt nicht bloss die einfacheren und beschränkteren Fälle der beiderseitigen Symmetrie in vielen Krystallen und der allseitigen Gleichheit der Wärmeleitung in nicht krystallisirten gleichartigen Körpern, sondern dehnt sich auch auf die Erkaltungsgesetze vieler symmetrischer oder asymmetrischer Krystallgestalten, auf die athermaner und diathermaner Massen und die Wärmestrahlung regelmässiger Körper aus. Selbst der Krystallisationsact wird hier zuerst einer mathematisch-hypothetischen Auffassung unterworfen, und aus Schwingungen der sich absetzenden Moleküle um ihre Gleichgewichtslage hergeleitet. Die von Fourier und Duhamel aufgestellten Gleichungen für die allseitig gleiche oder symmetrisch ungleiche Wärmeleitung in verschiedenen Richtungen ergeben sich leicht als Einzelfälle der Lamé'schen Hauptgleichung.

Gehen wir nun zu den hierher gehörenden Erfahrungen über, so untersuchten de la Rive und de Candolle***) die Wärmeleitung in verschiedenen Hölzern, indem sie Stücke von 13 Centimetern Länge, 4 Centimetern Breite und 27 Centimetern Dicke mit je fünf Löchern versahen, von denen das erste 3 Centimeter von dem äussersten Ende abstand, die übrigen aber um je 2 Centimeter wechselseitig entfernt waren. Jedes von ihnen wurde mit Quecksilber gefüllt, dieses, um die Strahlung zu vermindern mit Bärlappsamen bestreut und ein Thermometer eingesenkt. Das äusserste Ende trug eine Hülle von Weissblech, die man mit einer Lampe erhitzte. Ein Kamin und Glasplatten, die während des Versuches gewechselt wurden, schützten vor Störungen durch die strahlende Wärme. Die ganze Vorrichtung hing frei in der Luft. Man zeichnete erst die Wärmegrade auf, nachdem sie ihre grösste Höhe erreicht hatten, also der stationäre Zustand eingetreten war. Ordnete man die geprüften Hölzer in absteigender Reihe ihres Wärmeleitungsvermögens, so hatte man:

---

*) Lamé a. a. O. p. 35. 73.

**) G. Lamé, Leçons sur le Théorie mathématique des corps solides. Paris 1852. 8.

***) De la Rive et Alph. de Candolle in den Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Tome IV. Genève 1828. 4. p. 70—75.

Weissdorn, Nussbaum, Eiche, Tanne und Pappel in der Richtung der Holzfasern, dann die gleichen Hölzer, mit Ausnahme der Pappel, in derselben Reihenfolge in einer auf den Faserverlauf senkrechten Richtung und endlich den Kork. Der Unterschied der besseren Fortpflanzung im Sinne der Holzfasern als rechtwinkelig darauf, fiel um so grösser aus, je geringer das Leitungsvermögen überhaupt war. Weder de la Rive und de Candolle, noch Munke*) oder Poisson**) scheinen diesen Unterschied der Fortpflanzunggeschwindigkeit der Wärme nach verschiedenen Richtungen mit der Doppelbrechung der Holzmassen in Beziehung gebracht zu haben.

Dasselbe gilt von Knoblauch***), der die ungleiche Leitung nach der von Ingenhouss eingeführten Abschmelzungsmethode bestätigte. Er durchbohrte Holzplatten rechtwinkelig auf ihre grössten Oberflächen, überzog eine von diesen möglichst gleichmässig mit einer Stearinschicht und erwärmte durch einen die Durchbohrungsöffnung möglichst ausfüllenden und fortwährend herumgedrehten heissen Draht. Die in dem Umkreise des Loches abgeschmolzene Stearinschicht bildete keinen Kreis, sondern eine Ellipse, die kreisähnlicher oder länger gezogen, je nach Verschiedenheit der Hölzer ausfiel und deren grössere Axe der Faserrichtung entsprach. Nahm man die kürzere Axe als Einheit, so gaben z. B. Akazie, Buxbaum, Cypresse 1,25; Hollunder, Weissdorn, Nussbaum, Platane, Ulme, Eiche, Esche, Ahorn, Ceder, Aepfelbaum, Birnbaum, Kirschbaum, Pflaumenbaum 1,45; Apricose, Pimpernuss 1,60 und Weide, Kastanie, Linde, Erle, Birke, Pappel, Espe, Fichte und Kiefer 1,80 für die längere Axe. Das akustische Verhalten bestätigte das Gleiche. Sogenanntes Langholz, d. h. Stäbe, die parallel der Faserrichtung geschnitten waren, erzeugten einen klangreicheren Ton bei dem Anschlagen, als Hirnholz, d. h. Stäbe, die senkrecht auf die Faserrichtung ausgesägt worden. Der Unterschied fiel um so grösser aus, jemehr die beiden rechtwinkeligen Axen der Wärmeellipse

---

*) Munke in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. X. Leipzig 1841. 8. S. 540—542. Dieser Forscher glaubt aber (S. 542) schliessen zu können, dass desswegen die Hölzer die Wärme des Bodens leichter als die der umgebenden Luft annehmen. Wir werden sehen, dass die Folgerung nicht allgemein begründet ist.

**) Poisson a. a. O. p. 99.

***) Knoblauch in Poggendorff's Annalen. Bd. CV. Leipzig 1858. S. 623—628. Philos. Magazine. Vol. XVII. 1859. p. 348—352.

wechselseitig abwichen. Die Biegungsverhältnisse führten zu ähnlichen Eigenthümlichkeiten.

Die drei Abhandlungen von Sénarmont*), welche die ausführlichsten Untersuchungen über die Wärmeleitung in Krystallen enthalten, berücksichtigen auch immer die einfache oder doppelte Strahlenbrechung der geprüften Körper. Das Verfahren, die durch Linsen concentrirte Sonnenwärme oder einen durch einen elektrischen Strom glühend gemachten Platindrath zu benutzen, wurde bald verlassen. Die Kleinheit der untersuchten Platten gestattete auch nicht den Gebrauch der Peltier'schen thermoelektrischen Pincetten. Sénarmont blieb daher bei der Abschmelzungsmethode. Er durchbohrte die Platte, überzog sie mit Wachs oder einer Mischung von Wachs und Oel, führte dann durch die Oeffnung eine mit einem hohlen wagerechten Stücke verbundene Silberröhre von $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Millimeter Durchmesser, erwärmte jenes an seinem Ende durch eine Lampe und leitete einen Luftstrom mittelst eines Aspirators durch. Ein Metalldrath ersetzte diese Vorrichtung in den späteren Versuchen. Die Plattenöffnung konnte hierbei auf $^3/_4$ bis $^1/_4$ Millimeter verkleinert werden.

War die Wärmeleitung in allen Richtungen gleich, so schmolz eine Kreisfläche ab. Man erhielt dagegen natürlich eine Ellipse, wenn sich die Wärme mit grösserer Schnelligkeit in einer als in einer anderen Richtung fortpflanzte. Die Begrenzungslinien waren aber, vorzugsweise in den ersten Versuchsreihen, häufig nicht scharf genug, um die Neigung der Axen der Ellipse zu der oder den optischen Axen zu bestimmen. Die Dicke der gebrauchten Röhre liess auch die Ellipticität geringer ausfallen, als wenn die Erwärmung von einem blossen Punkte ausgegangen wäre**).

Erfahrungen, die an Glas, Zink, Kalkspath, Quarz, Gyps und später an Flussspath, Pyrit, Eisenoxydul, Kupferoxydul, Galen, Blende, ferner an Zinnoxyd, Rutil, Idokras, Kalomel, Beryll, Korund, an Schwerspath, Topas, Arragonit, Bournonit, schwefelsauerem Antimon, Staurotit, Pinit, an Glauberit, Adular, Feldspath, Augit, Wolfram, Gyps und doppelt chromsauren Kali gewonnen wurden, führten Sénarmont zu dem Schlusse, dass die Wärmeleitung in allen Richtungen die gleiche sei, mithin die isotherme Oberfläche der einer Kugel entspricht,

*) Sénarmont in den Ann. de Chimie. Troisième Série. Tome XXI. 1847. p. 457—470. Tome XXII. 1847. p. 179—211 und Tome XXVIII. 1850. p. 279.

**) Sénarmont a. a. O. Tome XXI. p. 461.

wenn die Krystalle dem regulären Systeme angehören oder nicht krystallisirte Körper einen ähnlichen Bau darbieten. Die einaxigen doppeltbrechenden Körper dagegen haben ein Maximum oder ein Minimum der Wärmeleitung, parallel der Krystallaxe, während die thermischen Axen senkrecht darauf in allen Richtungen gleich sind. Krystalle, die sich auf ein gerades rechtwinkeliges Prisma zurückführen lassen, besitzen drei rechtwinkelige und ungleiche thermische Axen, parallel den krystallographischen Axen. Die isotherme Oberfläche gehört also einem dreiaxigen Ellipsoid an, dessen Axen den Symmetrieaxen des Krystalles entsprechen. Krystalle, die sich auf ein schiefes rechtwinkeliges Prisma zurückführen lassen, zeigen ebenfalls drei wechselseitig rechtwinkelige thermische Axen. Die eine ist der krystallographischen Axe parallel. Die zwei anderen dagegen verrathen keine theoretische angebbare Beziehung zu den übrigen Symmetrieaxen. Diese Relation einer Ellipsoidaxe zur Symmetrieaxe fehlt wahrscheinlich ebenfalls in den Krystallen, die dem nicht symmetrischen prismatischen Systeme angehören*).

Vergleicht man die Erscheinungen, welche die Fortpflanzung des Lichtes und die der Wärme darbieten, so bemerkt man einzelne wesentliche Verschiedenheiten neben manchen Uebereinstimmungen. Die Körper des regulären Systemes haben die gleichen optischen und thermischen Axen in allen Richtungen. Die Krystalle des prismatischen Systemes mit quadratischer oder rhomboëdrischer Basis liefern ein Maximum oder ein Minimum der optischen oder der thermischen Fortpflanzung längs der Axe der Figur und gleiche Werthe in allen auf ihr senkrechten Richtungen. Man stösst aber hier auf untergeordnete Abweichungen zwischen Licht und Wärme, auf die wir sogleich zurückkommen werden. Das gerade rechtwinkelige System hat drei verschiedene Richtungen der optischen und der thermischen Leitung, die den drei krystallographischen Axen entsprechen und keinen Unterschied in Betreff der verschiedenen Farben darbieten. Das schiefe, rechtwinkelige System liefert einen Hauptwerth der optischen und der thermischen Leitung längs der krystallographischen Axe. Die beiden anderen auf dieser senkrechten wechseln mit den Farben und sind für Licht und Wärme verschieden. Die zwei letzteren Erscheinungen wiederholen sich endlich für alle drei Hauptrichtungen der nicht symmetrischen Krystalle.

---

*) Sénarmont a. a. O. Tome XXII. p. 208.

Zwei der optischen Axe parallel geschnittene Kalkspathplatten lieferten Abschmelzungsellipsen, deren grosse Axe sich im Durchschnitt zur kleinen, wie 1,118 zu 1 verhielt*). Der Quarz dagegen hatte 1,31:1**). Der thermische Unterschied ist also in dem letzteren grösser, als in dem ersteren. Man hat das Umgekehrte in optischer Hinsicht, indem die Differenz der Brechungscoëfficienten und der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Lichtwellen des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles im Kalkspathe grösser, als im Quarze ausfällt.

Nahm man die kleine Axe der Abschmelzungsellipse als Einheit, so betrug die grosse 1,085 im Beryll***) und 1,27 im Turmalin†). Der Gyps gab 1,23 sowohl für die faserigen, als die unregelmässigen Spaltflächen und einen Neigungswinkel von 49° 48′ in dem letzteren Falle. Die thermischen Axen bilden daher ungefähr einen Winkel von 34° mit dem optischen††).

Man hat ein verlängertes thermisches Ellipsoid in dem optisch positiven Quarz, dem Kalomel und dem Rutil, sowie in dem negativen Kalkspath und dem Beryll. Ein abgeplattetes Ellipsoid dagegen zeigte sich bis jetzt nur in optisch negativen Körpern. Die am meisten verlängerten Ellipsoide traten in positiven Krystallen auf.

Angström†††) bestätigte die Angaben von Sénarmont über die Wärmeleitung im Gypse und bestimmte den Winkel der grossen Axe mit dem fasrigen Blätterdurchgange zu 49° für die gewöhnlichen Wärmegrade. Er beträgt dagegen 46° bei 0° C., 49° bei 68° C. und 55°, wenn sich der Gyps bei dem Erhitzen durch Wasserverlust zersetzt.

Da das Abschmelzungsverfahren lufttrockene Oberflächen voraussetzt, so liess ich diejenigen organischen Massen, die jener Foderung nicht von vornherein genügten, vollständig oder theilweise trocknen. Man verfertigte dann Platten oder Würfel. Ich spreche von natürlichen Oberflächen derselben, wenn diese ohne weiteres benutzt wurden. Da aber die natürlichen Flächen vorzugsweise der Fasergewebe Ungleichheiten darbieten, die eine nicht der blossen Wärmeleitung entsprechenden Form der Abschmelzungscurve möglicherweise

*) Sénarmont a. a. O. Tome XXI. p. 463.

**) Ebendaselbst p. 464. Vgl. auch Pfaff in Pogg. Ann. Bd. CXIII. 1861. S. 647—654.

***) Sénarmont a. a. O. Tome XXII. p. 188, 189.

†) Ebendaselbst, Tome XXVIII. p. 279.

††) Ebendaselbst, Tome XXI. p. 466.

†††) Angström in Poggendorff's Annalen Bd. LXXXVI. 1852. S. 226—228. Vgl. auch F. E. Neumann in Pogg. Ann. Bd. XXVII. 1833. S. 240—274, und C. Neumann, ebendaselbst. Bd. CXIV. 1861. S. 492—504.

bedingen konnten, so habe ich ebene, oder selbst wo es anging, polirte Oberflächen hergestellt. Ich nenne sie künstliche.

Die früheren Polarisationsstudien lehrten schon, dass manche Körper, die in frischem feuchten Zustande einaxig sind, durch das Eintrocknen zweiaxig werden. Da sich ein solcher Wechsel nicht bloss für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, sondern auch für die der Wärme wiederholen konnte, so pflegte ich noch halbtrockene oder selbst frische Gebilde, wenn es der Natur der Sache nach möglich war, zu vergleichen. Man untersuchte überdiess die Doppelbrechung genauer, wo es von Interesse war, an denselben Stücken, die zu den Wärmestudien benutzt worden.

Die Natur der organischen Gewebe brachte es mit sich, dass ich Mischungen zum Abschmelzen gebrauchte, die keinen sehr hohen Schmelzpunkt darboten. Ein zu niederer würde leicht zerstörbare und unzuverlässige Präparate erzeugt haben. Ich bediente mich daher einer mit Alcannawurzel gefärbten Zusammensetzung von weissem Wachse, Wallrath, Schweinefett und reinem Olivenöl. Ihr Schmelzpunkt lag zwischen 47° und 48°C. Man konnte ihn auf zweierlei Wegen erniedrigen, durch den Zusatz von etwas Oel, oder indem man von der Masse das Flüssige nahm, das im Anfange der Erwärmung bei einer noch nebenbei vorhandenen breiigten Beimischung zum Vorschein kam. Die rothe Farbe des Ganzen liess die Abschmelzungscurven besser erkennen. Diese zeigten sich immer mit grosser Deutlichkeit und boten bisweilen die Schärfe und Regelmässigkeit geometrischer Zeichnungen dar. Ist ein Präparat verunglückt, so lässt sich die Fettmasse leicht abstreifen und durch neue ersetzen, so dass ein zweiter Versuch möglich bleibt.

Ich spreche von regelmässigen und unregelmässigen Kreisen oder Ellipsen, je nachdem die Abschmelzungscurven die Formen dieser beiden Kegelschnitte genau wiederholen oder nicht. Finden sich Ellipsen an einem Körper von faserigem Baue, so nenne ich sie Längsellipsen, wenn ihre grosse und Querellipsen, wenn ihre kleine Axe der Fasserrichtung parallel läuft. Ich schreibe endlich einer solchen Ellipse den Werth m zu, wenn sich die Länge der kleinen zu der der grossen Axe, wie 1 zu m erhält. Dieselbe Bestimmungsweise liegt auch den Curven zu Grunde, die eine länglichrunde Form überhaupt besitzen.

Ein knieförmig gebogener Kupferdrath, dessen wagerechter Arm den senkrechten an Länge bedeutend übertraf, diente zu

vielen Beobachtungen. Ein Abschnitt des aufsteigenden Stückes war von einer dicken verrückbaren Glasröhre umhüllt. Man schob sie so weit empor, dass nur eine dem Canale des Prüfungskörpers entsprechende Abtheilung des Endes des Drathes frei hervorragte. Nun wurde ein entfernter Theil des wagerechten Abschnittes des Drathes erwärmt, bis das in der Untersuchungsmasse haftende Drathstück den zum Abschmelzen nöthigen Wärmegrad gewonnen hatte.

Die Platten oder Würfel hatten oft durchgehende Löcher. Man brachte dann den senkrechten Draththeil bis an die Oberfläche oder bis etwas unter dieselbe, entfernte es vorsichtig, sowie die Abschmelzung begann oder liess es in dem Prüfungskörper erkalten. Ich bohrte die Löcher in anderen Massen nicht ganz durch, um die Eigenschaften der Wärmeverbreitung sicherer verfolgen zu können. Dieses Verfahren stösst aber auf manche Unannehmlichkeit wegen des schlechten Leitungsvermögens, das die trockenen organischen Körper darbieten. Ist die übrig gelassene Decke des Bohrcanales irgend zu dick, so erwärmen sich die Seitentheile bis zum Erweichen der aufgetragenen Masse, ehe die vollständige Verflüssigung der der Endfläche des Drathes entsprechenden Stelle beginnt. Man erhält daher gar keine oder wenigstens keine scharfe Abschmelzungscurve. Die Deckwand wird nach einem solchen Versuche verdünnt und damit auf diesem Wege so lange fortgefahren, bis eine scharfe, von dem Bezirke des Drathendes ausgehende Abschmelzung zum Vorschein kommt. Dünne Platten von Horn, der getrockneten äusseren Haut oder der Sclerotica, der Hornhaut des Auges, des Herzbeutels, des Chorion erfordern keine Durchbohrung. Man legt sie auf den Drath und einen zweiten entfernten festen Theil, der als Stützpunkt dient, und leitet das Abschmelzen durch das Erwärmen des ersteren ein.

Ich gebrauchte nicht selten einen an einem hölzernen Handgriffe befestigten Kupferdrath, dessen spitzes Ende in dem getrockneten thierischen Theil bis zu einer beliebigen Tiefe eingestochen wurde. Man überzog dann die gegenüberstehende Oberfläche mit der Fettmischung und erwärmte den wagerechten Abschnitt des Drathes. Nur durch dieses Verfahren wurde es möglich, vollkommen regelmässige Abschmelzungscurven an schmalen oder an kleinen Stücken überhaupt zu erhalten. Die Präparate von geringer Oberfläche bieten leicht eine wesentliche Täuschungsquelle dar. Man sieht dann häufig, dass zuerst ein Kreis abschmilzt. Dieser verwandelt sich aber in eine Ellipse oder eine Eiform, sowie sich die

Abschmelzung dem Rande nähert. Der Grund liegt nicht darin, dass das Gewebe eine grössere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme in dieser Richtung darbietet. Die Eiform kommt vielmehr dadurch zu Stande, dass die flüssige Masse gegen den freien Rand hin weniger Widerstand findet, als senkrecht darauf, wo noch eine reichliche Fettmenge vorhanden ist. Wir wollen daher diese Eigestalten Pseudoovale nennen.

Man darf endlich nicht vergessen, dass die meisten organischen Präparate aus Mischungen ungleichartiger Gewebe bestehen. Ist dieses auch in Einzelnen nicht der Fall, so laufen doch dann häufig ihre Elemente in verschiedenen Richtungen. Dazu kommt, dass die die Wärmeleitung bestimmenden Massen z. B. die Verholzungsschichten mit der Verschiedenheit der Entwickelung und selbst nach den mannigfachen Bezirken eines und desselben organischen Körpers ungleich ausfallen. Die Werthe der Abschmelzungsellipsen können daher auf das mannigfaltigste in verschiedenen Präparaten und selbst an einzelnen Punkten desselben Stückes wechseln. Man sieht oft, dass am Anfange ein Kreis und erst bei späterer Ausdehnung der Abschmelzung eine Ellipse auftritt.

Man überzeugt sich leicht, dass die Hölzer eine mit ihrer Faserrichtung zusammenhängende Ungleichheit der Wärmeleitung darbieten. Ich nehme z. B. einen Würfel von Tannen- oder Birnbaumholz, der so geschnitten ist, dass das eine Paar der Oberflächen die Faserrichtung senkrecht trifft, die zwei anderen dagegen ihr nahezu parallel laufen, und bohre drei auf einander senkrechte Durchgangscanäle, von denen jeder dem Kreuzungspunkt der Diagonalen eines Flächenpaares entspricht. Stellt man hierauf die Abschmelzungscurven an den drei verschiedenen Flächen her, so giebt die, welche die Faserrichtung senkrecht schneidet, in glücklichen Fällen einen regelmässigen, wie mit dem Cirkel geschlagenen Kreis. Minder gute Präparate zeigen wenigstens eine kreisähnliche Curve. Die beiden anderen, der Faserrichtung parallelen Flächen liefern Ellipsen, deren längere Axe der der Holzzellen oder der Faserrichtung parallel geht. Die Länge der sogenannten Holzgefässe bietet also eine grössere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme, als der Querschnitt derselben dar.

Die Werthe der Ellipsen, welche die zwei der Faserrichtung entsprechenden Oberflächen zeigen, weichen in der Regel unter einander ab. Dieses wird dann vorkommen, wenn die Abschmelzungsflächen nicht genau den Fasern parallel dahin gehen oder sich verschieden gerichtete Holzzellen in ungleichem Maasse einschalten. Jener Fall könnte auch

eintreten, wenn jedes Paar gegenüberstehender Seitenwände der Holzzellen einen eigenen Coëfficienten der Wärmeleitung darböte. Der Umstand, dass nur ein Paar z. B. in den Zapfenbäumen Tüpfel führt und das andere Paar ununterbrochen verholzt ist, spricht für die Möglichkeit eines solchen Falles

Die ungleiche Wärmeleitung des Holzes in verschiedenen Richtungen lässt sich noch auf andere Weise zur Anschauung bringen. Man führt den Drath in die Oeffnung einer Platte oder eines Würfels, dessen obere Fläche der Faserrichtung parallel geht, erhitzt ihn so lange, bis sich die ganze Holzmasse wärmer anfühlt, entfernt ihn hierauf oder lässt ihn auch in seiner Lage, ohne ihn weiter zu erwärmen. Die Oberfläche wird sodann mit der Abschmelzungsmasse überzogen. Gelingt der Versuch, so findet man nach dem Erkalten in der Fettmasse eine Ellipse oder einer Reihe mehr oder minder concentrischer Ellipsen verzeichnet, deren grosse Axen der Längsrichtung der Holzfasern folgen.

Eine Platte der Rinde der Königschina, deren breite Oberfläche nahezu parallel der Hauptfaserrichtung geschnitten war, lieferte ein eigenthümliches Präparat. Ich hatte die obere Fläche mit der Abschmelzungsmasse bekleidet und hier die gewöhnliche Ellipse erzeugt. Da ich eine etwas höhere Wärme gebrauchte, so fand sich unten eine Verkohlungsellipse vor, deren schwarze Fläche etwas grösser, als die hellere der Abschmelzungscurve ausfiel. Die letztere besass einen Werth von 1,4. Der der ersteren lag zwischen 1,4 und 1,5.

Obgleich ich diese Grösse in einer Reihe von Hölzern und in anderen Präparaten des Pflanzenreiches bestimmt habe, so kann ich doch keinen irgend nachdrücklichen Werth auf die erhaltenen Zahlen legen. Alle guten Präparate von Platten oder Würfeln, deren geprüfte Oberfläche auf der Faserrichtung senkrecht steht, geben kreisähnliche Curven, deren Werth zwischen 1,0 und 1,05 liegt. Die Tanne, die Eiche, der Nussbaum und der Birnbaum führten zu diesem Ergebnisse. Eine Schwankung zwischen 1,0 und 1,1 findet sich in Körpern, deren Zellen ziemlich gleichartig beschaffen und ohne besonderen Vorzug für eine besondere Richtung vertheilt sind. Der Kork giebt hierfür ein entsprechendes Beispiel.

Untersucht man die der Faserrichtung parallelen Oberflächen, so besitzen nicht selten verschiedene Präparate der gleichen Holzart oder sogar desselben Holzstückes abweichende Ellipsenwerthe. Die Wärmeleitung kann natürlich mit der Entwickelung, dem Grade der Verholzung und anderen indivi-

duellen Eigenthümlichkeiten wechseln. Ein anderer Grund ergiebt sich bei der mikroskopischen Prüfung. Holzstücke, die dem freien Auge einseitig gefasert erscheinen, zeigen dann Zwischenschichten von Holzzellen, die in anderen Richtungen verlaufen und daher die Abschmelzungsellipse nach Maasgabe ihrer Eigenschaften und ihrer Menge abändern. Es ist sogar denkbar, dass eine passende Compensation einen Kreis statt einer Ellipse zum Vorschein bringt.

Die hauptsächlichsten Werthe, die ich erhielt waren:

Feine Sorte von Kork	1,0.
Andere Probe desselben . . .	1,0.
Schlechter Korkzapfen	1,08.
Ein anderes Stück desselben . .	1,1.
Wurzel von Pareira brava, Querschnitt:	
Mittelpunkt des innersten Ringes	1,0.
Mitte des dritten nicht gleichartig gestalteten concentrischen Ringes	1,2.
Juniperus virginiana (?) Holz:	
Senkrecht auf die Faserrichtung .	1,0.
Parallel derselben	1,2.
Guajacholz:	
Scheinbarer Längsschnitt . . .	1,20.
Ein anderer Ort desselben Stückes	1,34.
Scheinbarer Querschnitt . . .	1,20.
Ein anderer Bezirk des gleichen Stückes	1,25.
Juglans regia. Zwei Platten . .	1,2.
Buchenplatte. Parallel den Fasern	1,3.
Eine andere derselben Art . . .	1,4.
Würfel von Birnbaum:	
Senkrecht auf die Faserrichtung .	1,04.
Erste Fläche, scheinbar parallel der Faserrichtung	1,3.
Zweite ähnliche Fläche	1,4.
Würfel von Tannenholz:	
Senkrecht auf die Faserrichtung .	1,0.
Erste Fläche, scheinbar parallel der Faserrichtung	1,33.
Zweite ähnliche Fläche	1,53.

Platten von Tannenholz:

Senkrecht auf die Faserrichtung .	1,0.
Parallel derselben	1,44.

Den Fasern parallele Platten von:

Eiche, Nussbaum oder Birnbaum	1,4.
Aehnliche von Juniperus Bermudiana	1,5.
Aehnliche von Pinus picea . .	1,6.

Diese Zahlen liefern anschauliche Beispiele, wie die Wärmeleitung senkrecht auf die Faserrichtung genau oder annähernd allseitig dieselbe ist, hingegen der Länge der Fasern nach grösser, als in dem hierauf senkrechten Querschnitte ausfällt. Die ungleichen Massen, welche die äusseren Ringbildungen der Wurzel der Pareira brava umgeben und die verwickelten Faserungsverhältnisse des Guajacholzes erklären die scheinbaren Ausnahmen, welche jene Körper darbieten.

Man kann diese thermischen Eigenthümlichkeiten mit den optischen in Beziehung bringen. Ich habe schon S. 226 flgde. meiner Polarisationsschrift die Gründe entwickelt, die zur Erkenntniss führen, dass die optische Axe der verdickten oder verholzten Pflanzenzellen radial verläuft, d. h. in der Richtung der Dicke der Verholzungslagen oder in der eines jeden Halbmessers des auf der Längsaxe senkrechten Kreisschnittes des schematischen Cylinders dahingeht. Die Prüfung mit $^1/_4$ Glimmer- oder mit einem Gypsblättchen von Roth erster Ordnung lehrt unter diesen Verhältnissen, dass die Masse wahrhaft negativ ist, wenn die optische Axe radial steht. Die ausserordentliche Brechungsrichtung fällt daher hauptsächlich mit der Längsaxe der Fasern zusammen, da die oberen und die unteren Wandstücke einer jeden Holzzelle den Seitenwänden an Masse beträchtlich nachstehen. Ein negativer Körper hat einen grösseren Brechungscoëfficienten für den ordentlichen als für den ausserordentlichen Strahl. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Unruhe der Aethermoleküle ist daher ein Kleinstes in der Richtung der optischen Axe und ein Grösstes senkrecht darauf. Wenden wir dieses auf die Holzzellen an, so haben wir die rascheste Bewegung des Lichtes in der Richtung der Längsaxe oder in der der Fasern. Diese pflanzt aber auch die Wärme am schnellsten fort, während senkrecht hierauf der Minimalwerth der Lichtbewegung in allen Richtungen der gleiche bleibt. Wir können hieraus schliessen, dass das Holz, so weit es die bis jetzt gebrauchten, zum Theil gröberen Prüfungsmittel anzeigen, optisch und wahrscheinlich auch thermisch

einaxig und negativ ist und die in beider Hinsicht übereinstimmende Axe einem jeden beliebigen Halbmesser des auf der Faserrichtung senkrechten Querschnittes entspricht.

Ein bis jetzt von den Physikern noch nicht hinreichend berücksichtigter Umstand kann scheinbar die Richtigkeit dieser Folgerung zweifelhaft machen. Jede Holzzelle enthält in ihrem Innern eine Luftsäule, durch deren Anwesenheit die in Vergleich zu dem Wasser geringere Eigenschwere des Holzes bedingt wird. Die specifische Wärme und das Leitungsvermögen des eingeschlossenen Gases werden daher ihren Einfluss auf die Form der Abschmelzungscurve ebenfalls ausüben. Die später anzuführenden, die Knochen betreffenden Thatsachen sprechen dagegen, dass hier die Luft eine wesentlich bestimmende Wirkung besitzt. Eine tangentielle oder eine radiale trockene Knochenplatte liefert kreisförmige Abschmelzungscurven, obgleich zahlreiche lange Luftsäulen in den Knochencanälchen dahin gehen. Die elliptisch gestaltete Curve, die der Bast der Königschina giebt, deutet unmittelbar an, dass die Wirkung von der Holzmasse selbst ausgeht. Jede Bastzelle hat hier einen, nur sehr kleinen mit Luft gefüllten Hohlraum.

Ein anderer Umstand übt wahrscheinlich einen durchgreifenden Einfluss auf die elliptische Gestalt der Curven aus. Denken wir uns die Holzzellen als eine Reihe von langen Hohlcylindern neben einander gelegt, so wird die Wärme für die gleiche Wegstrecke der Quere nach mehr Verholzungsschichten, als der Länge nach durchsetzen. Haben diese aber eine geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Dickenrichtung, so muss hierdurch der Axenwerth der Ellipse, den wir bei dem Abschmelzen erhalten, vergrössert werden.

Platten von Phytelephas macrocarpa Endl. führen zu einer eigenthümlichen Folgerung. Man hat hier längliche Zellen, die durch eine hornartige, in Wasser erweichbare Masse ausserordentlich verdickt sind. Tangentialschnitte zeigen sie in ihrem Quer- und Radialschnitte in ihrem Längsschnitt. Wäre eine vollständige Uebereinstimmung mit den Verholzungsschichten vorhanden, so liesse sich erwarten, dass planparallele Platten, deren Oberflächen Tangentialschnitten entsprechen, kreisförmige und solche, die annähernd in Radialschnitten dahin gehen, elliptische Abschmelzungscurven liefern. Die Erfahrung belehrte mich, dass beide Arten von Platten genaue oder angenäherte Kreisflächen darboten. Die Radialschnitte zeigten höchstens Ellipsen, die sehr kleine Axenunterschiede verriethen. Diese Thatsachen lehren, dass die hornartige Verdickungsmasse

des Pflanzenelfenbeines andere thermische Eigenschaften besitzt, als das Lignin der Verholzungsschichten. Bildete das Abschmelzungsverfahren ein so feines Prüfungsmittel, dass es auch geringere Unterschiede nachweisen könnte, so würde folgen, dass jene Hornsubstanz optisch auffallend anisotrop, thermisch dagegen so wenig anisotrop ist, dass man sie fast für isotrop halten könnte. Dieser Schluss wird aber erst dann berechtigt sein, wenn feine thermomagnetische Beobachtungen dasselbe gelehrt haben werden.

Zwei derselben Schale von Anodonta cygnea angehörende Platten gaben an der inneren Aragonitfläche Ellipsen von den Werthen 1,21 und 1,26. Die Perlmutterlage eines jungen und die eines alten Nautilus flammatus lieferten übereinstimmend 1,2 als Ellipsenwerthe der frei zu Tage liegenden Oberfläche.

Gute Präparate der in den verschiedensten Richtungen geschnittenen Platten von Menschenknochen erzeugten Abschmelzungskreise, die meist, wie mit dem Cirkel geschlagen aussahen, man mochte die natürliche, eine roh abgesägte oder eine polirte künstliche Fläche zur Untersuchung wählen. Ich prüfte in dieser Hinsicht eine Anzahl von Quer-, Radial- und Tangentialschnitten des Oberschenkelbeines, natürliche Flächenschnitte der äusseren und der inneren dichten Masse des Stirnbeines, einen beiden umfassenden senkrechten Schnitt, einen natürlichen Längs- und einen wagerechten Schnitt des horizontalen Astes des Unterkiefers des Menschen an der äusseren und der inneren Seite. Solche genaue Kreise zeigten sich selbst unter Verhältnissen, die am wenigsten zur Erwartung derselben zu berechtigen schienen, z. B. an der Mitte des Stirnbeines des Neugebornen, von der die Knochenfasern in allen Richtungen ausstrahlten oder dem Scheitelbeine eines Pferdeembryo. Füllte ich die feine Marksubstanz eines Längs- und die eines Querschnittes des Gelenkfortsatzes eines Unterkiefers des Menschen mit der Abschmelzungsmasse, überzog dann mit ihr die freie Oberfläche und führte den Erwärmungsdrath durch die Mitte des Ganzen, so kamen ebenfalls Kreise zum Vorschein.

Man muss sich in solchen Präparaten menschlicher Knochen vor Irrthümern hüten, die durch Pseudoovale bedingt werden. Untersucht man z. B. eine Platte, die von zwei auf der Längsaxe senkrechten Querschnitten eines Oberschenkelbeines des Menschen begrenzt wird, so erhält man leicht eine ellipsenähnliche oder eine ovale Abschmelzungscurve, wenn das Loch nahezu in der Mitte angebracht worden und die Abschmelzungs-

fläche eine grössere Ausdehnung erlangt hat. Die Schmalheit der hier zu Gebote stehenden Rindenmasse bedingt es, dass bald der Widerstand an dem leicht erweichten Randstücke, vorzüglich nach innen hin, allzu gering wird. Begnügt man sich mit einer kleineren Abschmelzungscurve, so bietet diese eine kreisförmige Gestalt dar.

Eine Stelle der Glastafel des Stirnbeines eines Menschen gab mir eine Ellipse, die kein Täuschungsproduct, wie die Pseudoovalen, zu bilden schien. Ihr Werth glich 1,2. Ein zweiter Abschmelzungsversuch, den ich an einer 7 $^1/_2$ Millimeter entfernten Stelle machte, lieferte wiederum einen sehr genauen Kreis. Jene Ausnahme scheint anzudeuten, dass die optisch anisotropen Knochen keineswegs immer thermisch isotrop in Stücken wirken, die eine grosse Masse verschieden angeordneter und sich daher möglicher Weise compensirender Elementartheile enthalten.

Ich untersuchte noch eine Reihe von Stücken von Thierknochen, die sich vorzugsweise zu solchen Prüfungen eigneten. Sechs Präparate des platten Zungenbeines des Pferdes erzeugten nicht ganz regelmässige kreisähnliche Abschmelzungscurven, deren etwas längerer Durchmesser auf der Queraxe des Knochens senkrecht stand. Er betrug ein Mal 1,05, zwei Mal 1,07, ein Mal 1,08, ein Mal 1,09 und ein Mal 1,13 des kürzesten Durchmessers. Ich liess den Handgriff des Brustbeines in der Mitte durchsägen, so dass jede Hälfte aus der sehr reichen Markmasse und einer dünnen Rindenschicht bestand. Die letztere mit der Abschmelzungsmasse überzogen und an je drei Stellen geprüft, gab Kreise oder kreisähnliche Curven von den Werthen 1,03 bis 1,17. Nur ein Mal zeigte sich 1,3. Das Brustbein der Taube lieferte reine Kreise.

Ein Querschliff der Krone eines menschlichen Backzahnes gab einen Kreis. Dasselbe wiederholte sich an einem Querschliffe eines Pferdebackzahnes, in dem ein Loch an der Grenze des Zahnbeines und des Schmelzes eingeschliffen worden. Da sich die Cementmasse ohne Sprünge nicht durchbohren liess, so gab ich die Prüfung derselben auf. Ein mehr als ein Millimeter dicker senkrechter Schliff eines Pferdebackzahnes lieferte an den verschiedensten Stellen genaue Kreise oder kreisähnliche Curven mit dem Verhältnisswerthe 1,1 für den grösseren Durchmesser. Man hatte hier keine Durchbohrung angebracht, sondern liess die Prüfungsstelle auf dem allmählig erhitzten Kupferdrathe während der Abschmelzung und der Abkühlung ruhen. Dasselbe Verfahren wurde an dem Längsschliffe eines Schneidezahnes des Pferdes versucht, der so

dünn war, dass man den Verlauf der Zahnröhrchen unter dem Mikroskope wenigstens an vielen Stellen erkannte. Drei untersuchte Bezirke gaben Ellipsen von den Werthen 1,10, 1,16 und 1,29. Die längere Axe stand quer, ungefähr in der Richtung des Verlaufes der Zahnröhrchen. Elfenbeinplatten zeigten Kreise, das Loch mochte durchgehen oder noch eine Dachlamelle vorhanden sein.

Drei Querschnitte menschlicher Rippenknorpel gaben Abschmelzungskreise, wenn der Drath durch den im Anfange der Verknöcherung begriffenen Mittelbezirk geführt worden. Die Kreise erstreckten sich aber in die Knorpelmasse hinein. Längsschnitte lieferten Kreise oder Ellipsen mit kleinen Achsenunterschieden. Eben so gab der flache Schulterblattknorpel des Pferdes nicht ganz regelmässige, aber sehr kreisähnliche Curven.

Sehr dünne Hornplatten, wie sie z. B. zu Stalllaternen benutzt werden, die sich als optisch zweiaxig mit sehr kleinen Axenwinkel erweisen, lieferten meist vollkommen regelmässige Kreise, wenn man den erwärmten Drath an der unteren Fläche anbrachte, während sich die Abschmelzungsmasse an der oberen befand. Nur ein Mal fand sich eine Ellipse mit kleinem Axenunterschiede unter 13 Versuchen, die ich in dieser Beziehung anstellte. Platten von Kammmacherhorn, die optisch zweiaxig mit grossem Axenwinkel eine weite Entfernung der Pole und lemniscatenähnliche Curven darboten, hatten Ellipsen mit so geringer Excentricität, dass die verhältnissmässigen Axenwerthe 1,03, 1,04 und 1,05 in drei Präparaten ausmachten. Die gelungensten Stücke von Parallelopipeden des Pferdehufes boten Ellipsen dar, deren Werthe ein Mal 1,13, drei Mal 1,15 und ein Mal 1,18 betrugen. Die längere Axe verlief immer in der Richtung einer der kenntlichen Streifungen. Ein Präparat der Schaafsklaue führte zu dem beträchtlichen verhältnissmässigen Axenwerthe 1,4.

Sechs Versuche, die an verschiedenen Stellen dreier Platten von Wallfischbarten angestellt wurden, zeigten meist Ellipsen mit sehr kleinen Excentricitäten, so dass die Werthe 1,0, 1,003, 1,04, 1,06, 1,09 und 1,10 herauskamen. Die längere Axe ging wieder einer benachbarten Streifung parallel.

Fünf normale Nägel der grossen Zehe oder des Daumens hatten elliptische oder länglichrunde Abschmelzungscurven, deren längere Axe der Längsstreifung entsprechend dahinging. Vier derselben besassen die Werthe 1,08, 1,10, 1,20 u. 1,35. Der fünfte, sehr dünne Nagel zeigte die regelmässigste Ellipse mit dem Axenverhältnisse 1,14. Ebenso lieferte ein Nagel

meiner grossen Zehe, der in Folge einer anstrengenden Bergtour, durch ein Blutextravasat von seinem Mutterbette losgetrennt worden, eine sehr schöne Längsellipse mit dem Werthe 1,1. Ein kulbiger und schieferiger Nagel dagegen zeigte eine Querellipse mit dem Axenverhältnisse 1,2.

Dünne zu ebenen Platten gepresste Schilder eines jungen Crocodiles hatten meist Abschmelzungskreise, wenn sie bei dem Erwärmungsversuche eben blieben. Krümmten sie sich dabei, so wurden die Curven schwach elliptisch. Dasselbe wiederholte sich an einzelnen ebenen Stücken.

Zwei Proben der Flügeldecken von Hydrophilus piceus erzeugten kreisförmige Abschmelzungscurven.

Die Hornhäute des Menschen, des Pferdes, des Rindes, des Hundes und des Crocodiles gaben schwache oder stärkere Ellipsen, man mochte sie an der inneren oder der äusseren Oberfläche abschmelzen. Zwei Exemplare der menschlichen Hornhaut besassen Werthe von 1,31 und 1,40. Das Pferd gab 1,20, das Rind 1,08, der Hund 1,07 und das Crocodil 1,007. Man sieht, dass auch hier eine fast kreisförmige Curve zum Vorschein kommen kann. Die längeren Ellipsen hängen wahrscheinlich mit denjenigen Molecularanordnungen zusammen, welche die eintrocknende Hornhaut optisch zweiaxig machen.

Die Vorder- und die Hinterflächen zweier halbtrockener Krystalllinsen des Menschen, einer des Hundes und zweier des Pferdes gaben sehr regelmässige Kreise. Machte man einen der von vorn nach hinten gehenden Axe parallelen Schnitt durch den Seitentheil zweier Pferdelinsen, so lieferte diese künstliche Fläche Ellipsen mit den Werthen 1,11 und 1,19. Die längere Axe verlief senkrecht auf die die Mittelpunkte der Vorder- und der Hinterfläche verbindende Linie. Eine solche künstliche Seitenfläche einer halbtrockenen Pferdelinse hat auch im Polarisationsapparate Hyperbeln als Zeichen einer Wirkungsweise, wie sie ein zweiaxiger Körper ausübt.

Die Sclerotica des Menschen- und des Pferdeauges zeigte bald Kreise, bald Ellipsen, deren Werthe zwischen 1,1 und 1,2 lagen. Fettlose Stücke des menschlichen Herzbeutels boten nicht ganz scharfe Kreise oder länglich runde Curven von dem Werthe 1,14 dar. Das Chorion des Eies des Rindes verhielt sich in ähnlicher Weise.

Die freie Oberfläche von Stücken von Menschenhaut, die ausgespannt getrocknet worden, hatte bald kreis- und bald ellipsenähnliche, aber immer nicht ganz regelmässige Curven. Die Werthe der letzteren waren 1,02, 1,12, 1,16 und 1,18.

Die Abschmelzung an der Innenfläche, die mit zahlreichen Inseln von Unterhautfett bedeckt war, zeigte kreisähnliche, etwas unregelmässige Figuren. Das Axenverhältniss überschritt nicht 1,003.

Drei Proben der platten Sehne des äusseren Vorderfussstreckers des Pferdes lieferten sehr schöne Längsellipsen von 1,08, 1,17, 1,25, 1,26 und 1,27 an verschiedenen Stellen. Die Sehne des geraden Oberschenkelmuskels des Menschen hatte solche von 1,09, 1,13 und 1,25. Die Achillessehne desselben ergab die Zahlen 1,08, 1,23 und 1,25.

Das starke Nackenband des Pferdes eignet sich am besten, die Wärmeleitung des elastischen Gewebes kennen zu lernen. Querschnitte, welche die Hauptrichtung der Faserung senkrecht treffen, geben bei gutem Gelingen vollkommene Kreise, sonst dagegen längliche mehr oder minder unregelmässige Gestalten, deren Axenwerth die Grösse 1,2 erreichen kann. Ich erhielt noch Kreise, wenn der mittlere Theil, durch den man den Abschmelzungsdrath führte, nicht vollkommen trocken oder reichlich mit Fett durchwachsen war. Die natürliche Oberfläche oder eine ihr parallele und künstlich geebnete Platte zeigte beinahe kreisförmige oder längsellipsenähnliche Curven von den Werthen 1,04, 1,13, 1,17 und 1,20.

Es versteht sich von selbst, dass man nur solche Stellen getrockneter rother Muskelmassen zur Untersuchung wählen darf, die möglichst parallelfaserig dem freien Auge erscheinen. Lässt man den Sartorius oder den Gracilis des Menschen, während er oben aufgehängt und unten mit einem Gewichte belastet ist, trocknen, so erhält man passendes Material für eine grössere Reihe hierher gehörender Versuche.

Die natürliche oder die künstliche ihr parallele Oberfläche der Muskeln giebt zwar nicht selten Abschmelzungskreise. Die häufigeren Linien sind aber Ellipsen oder länglich runde Figuren, deren längere Axe in der Richtung der Hauptfaserung dahingeht. Der thermische Charakter der Muskelmasse scheint übrigens bisweilen bei dem Eintrocknen in verschiedenen Bezirken wechseln zu können. Ich hatte z. B. einen Sartorius des Menschen, der in seiner oberen Hälfte Kreise und Längsellipsen, in seiner unteren dagegen immer Querellipsen darbot, man mochte natürliche oder künstliche polirte Oberflächen gebrauchen. Ich begegnete auch solchen Querellipsen an einzelnen anderen Proben von faulenden Muskeln des Menschen und des Hundes.

Die natürlichen Oberflächen von Stücken des Gracilis lieferten neben einzelnen, beinahe kreisförmigen Curven Ellipsen

von 1,06, 1,18, 1,20, 1,30 und 1,37. Vier Millimeter von der Curve des vorletzten, verhältnissmässig grossen Werthes entfernt, fand sich eine fast kreisförmige Abschmelzungsfigur. Die oben erwähnte, die Sprungstelle umgebende Querellipse hatte einen Werth von 1,17. Ein Mal zeigte sich eine zur Faserrichtung schiefe Ellipse von 1,09. Die kreisähnlichen Figuren besassen z. B. Werthe von 1,03 oder 1,05. Querschnitte des Sartorius, die senkrecht auf der Faserrichtung standen, lieferten Kreise in allen gelungenen Präparaten. Die auf den Längsschnitten erhaltenen Längsellipsen ergaben bis 1,20 als Verhältnissgrösse. Die des Wadenmuskels des Hundes zeigten 1,18 bis 1,30 und die der Oberschenkelmuskeln von Testudo mauritanica 1,10 und 1,13.

Der Retractor penis des Pferdes bildet den einzigen mir bekannten Muskel, der gänzlich aus nicht gestreiften Fasern bestehend, diese in seiner ganzen Masse ähnlich, wie in den rothen Muskeln angehäuft hat. Benutzte ich Stücke, die mit Nägeln hautartig ausgespannt, nur lufttrocken gemacht worden, so erhielt ich Längsellipsen von 1,05, 1,13 und 1,20. Platten, aus Theilen desselben Retractors, die nicht ausgespannt schärfer getrocknet waren, hatten drei Mal Längsellipsen von 1,05, 1,06 und 1,33 und ein Mal eine Querellipse von 1,10. Andere stark ausgespannte und scharf getrocknete Stücke desselben Muskels zeigten nur Querellipsen von den Werthen 1,01, 1,07, 1,14 und 1,17. Man hatte also hier Erscheinungen, welche an die des oben erwähnten Sartorius erinnerten.

Häutig ausgespannte und in diesem Zustande getrocknete Stücke, sowie ohne alle Zerrung ihres Wassergehaltes beraubte Proben des Hüftnerven des Menschen, dieses und des Schienbeinnerven des Pferdes stimmten darin überein, dass Querellipsen mit Ausnahme von zwei Einzelfällen auftraten. Ebene Platten, die aus nicht ausgespannten Stücken des menschlichen Hüftnerven bereitet worden, besassen Querellipsen von den Werthen 1,11, 1,15 und 1,20. Aehnliche Präparate aus den Hüftnerven des Pferdes lieferten 1,0, 1,08, 1,09 und 1,10 und membranös ausgespannte Proben 1,02, 1,05, 1,11 1,13 und 1,20; endlich solche des Schienbeinnerven desselben Thieres 1,02, 1,11, 1,16 und 1,20. Nur zwei Platten des menschlichen Hüftnerven gaben Längsellipsen von 1,06 und 1,32. Der letztere Werth betraf eine sehr breite, mit vielem eingetrocknetem Neurilem versehene und an Fett reiche Stelle.

Nehmen wir das Auftreten von Längsellipsen in den getrockneten Muskeln und das von Querellipsen in den eingetrockneten Nerven als die ursprünglichen Normalerscheinungen

an, so lässt sich dieser Unterschied mit den doppelbrechenden Eigenschaften dieser Gewebarten in Beziehung bringen. Beide haben ihre optischen Axen in der Längsrichtung ihrer Fasern. Die Muskeln sind aber positiv und das Nervenmark negativ. Dieser Charakterunterschied liess sich noch an den eingetrockneten Präparaten, die zu den Abschmelzungsversuchen dienten, nachweisen. Durchsichtige Bruchstücke der eingetrockneten Nerven gaben ein deutliches Gelb parallel der Axenebene des Gypses von Roth erster Ordnung. Einzelne dazwischen liegende oder am Rande befindliche Streifen, die reichlicheren Neurilemmassen entsprachen, erschienen in lebhaftem Blau. Ein positiver Körper hat die grösste Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes längs der Axe und ein negativer senkrecht auf dieser. Ist das thermische Verhalten der Muskeln und der Nerven dem optischen ähnlich, so müssen die Muskeln Längs- und die Nerven Querellipsen darbieten.

Der Versuch, die Unterschiede der Wärmeleitung trockener organischer Gewebe nach verschiedenen Richtungen durch die thermoelektrische Prüfung nachzuweisen, hat um so grössere Schwierigkeiten, je kleinere Stücke zu Gebote stehen und je weniger sie sich zu gleichartigen Würfeln oder Platten verarbeiten lassen. Die Untersuchung der Hölzer bietet die verhältnissmässig geringsten Hindernisse. Ich nehme z. B. einen Würfel von Tannenholz, in dem das eine Flächenpaar senkrecht auf der Faserrichtung steht, die beiden anderen dagegen ihr parallel laufen und bohre ein Loch durch die Kreuzungspunkte der Diagonalen zweier einander gegenüberstehender Flächen. Ich mache hierauf ein zweites nicht durchgehendes Loch in der Linie, welche das Centralloch mit der Mitte einer gegenüberstehenden Seite verbindet und hierauf ein zweites Loch, das in gleicher Weise einer jene rechtwinkelig schneidenden Seite entspricht und eben so weit wie das erste von dem Centralloche enfernt ist. Man hat dann mit einem Worte zwei Seitenöffnungen, deren Verbindungslinien mit dem Centralcanale einander rechtwinkelig durchschneiden und auf der Peripherie desselben Kreises liegen. Nun bringt man die Löthstellen von zwei möglichst gleichen Thermonadeln in die beiden Seitenlöcher von der oberen Fläche aus ein. Das Centralloch erhält den Erhitzungsdrath von unten her. Die Erwärmung desselben geschieht so, dass sich keine Fehler in die Beobachtung in Folge der Strahlung einschleichen können. Liegen die Seitenlöcher an einer der Faserung parallelen Fläche, so schlägt dann die Nadel des Thermomultiplicators

im Sinne der Löthstelle, die der Faserrichtung entspricht, aus und gelangt an die Hemmung. Arbeitet man an der Fläche, die auf der Faserung senkrecht steht, so beträgt die Ablenkung nur wenige Grade. Es versteht sich von selbst, dass man die Erhitzung erst dann beginnt, wenn die durch die Bohrung erzeugte Wärmeerhöhung gänzlich geschwunden ist und die Magnetnadel des Multiplicators auf dem Nullpunkte oder in der Nähe desselben stehen bleibt. Wie am Holze, so ist mir der gleiche Versuch an einer Platte des getrockneten Sartorius zu wiederholten Malen und unter mehrfachem Wechseln der Einsetzungsweise der Löthstellen gelungen.

Die Bemühungen, diese Erscheinungen der Wärmeleitung an frischen Geweben zu prüfen, begegnen grossen Schwierigkeiten. Die Flüssigkeit, welche die Theile durchdringt, bildet einen Körper, in dem sich die Wärme, so viel wir wissen, mit derselben Geschwindigkeit nach allen Seiten hin fortpflanzt. Sie wird daher die einseitig vorherrschende Leitung benachbarter Gewebtheile nach Maassgabe ihrer Menge, ihres verhältnissmässigen Leitungsvermögens und ihrer Wärmecapacität compensiren. Es ist unter diesen Verhältnissen möglich, dass kreisähnliche Wärmecurven in Geweben zum Vorschein kommen, die an und für sich Ellipsen geben würden. Das schlechte Leitungsvermögen und die reichlichen Flüssigkeitsmengen der frischen Gebilde fordern höhere Temperaturen des Erwärmungskörpers. Dieses hat aber leicht zur Folge, dass sich die Theile in der Nachbarschaft des erhitzten Bezirkes krümmen, dass die Austrocknung überhaupt wesentliche Störungen bereitet. Ich habe oft frische Muskeln, Sehnen, Nerven des Menschen oder der Thiere ausgespannt, von unten bis nahe an die obere Fläche mit dem Erwärmungsdrathe durchbohrt und diese mit der Abschmelzungsmasse überzogen. Die Erhitzung gab nicht selten Längsellipsen in den Muskeln und den Sehnen und Querellipsen in den Hüftnerven von Menschenleichen, die noch verhältnissmässig frisch waren. Allein die Ergebnisse haben hier nicht die Schärfe und den Grad von Beständigkeit, den die trockenen Theile darbieten. Die Curven sind nicht selten kreisförmig oder unregelmässig, so dass sie gar keinen sicheren Schluss gestatten. Die Abschmelzungsmasse bekommt leicht eine Menge von Sprüngen. Es kam mir vor, dass ein frischer Hüftnerv immer Längsellipsen, die bis zu den ungefähren Werthen von 1,26 stiegen, nach dem Trockenen dagegen Querellipsen von 1,13 zeigte. Dieser Fall lässt eine doppelte Deutung zu. Die Wärme pflanzte sich in dem frischen Nerven in den reichlichen Neurilemmassen und

den Begrenzungshäuten der Primitivfasern besser fort, als in dem mit Fettkörpern versehenen Markinhalte. Oder die feuchte Marksubstanz hatte das Zeichen ihres thermischen Charakters bei dem Trockenen geändert. Das Letztere wäre um so merkwürdiger, als der optische Charakter in beiden Fällen der gleiche geblieben war. Frische Hüftnervenstücke des Menschen, die Querellipsen lieferten, erhoben sich zu Werthen von 1,2.

Sticht man einen glühend gemachten Kupferdrath in ein ausgespanntes Muskelstück des Menschen oder des Kaninchens, so erzeugt die Eiweissgerinnung einen grauweissen Ring in der Umgebung der Einstichstelle. Die Form desselben liefert keine Belehrung über die Wärmeleitung, da er nicht von ihr allein, sondern auch noch von der Ausdehnung der Gerinnung und der Austrocknung abhängt. Man stösst daher auf unregelmässige Begrenzungsränder. Die thermoelektrische Prüfung endlich könnte nur bei dem Gebrauche verwickelter Vorrichtungen und da, wo grössere Stücke zu Gebote stehen, für frische Gewebtheile benutzt werden.

Diese Beobachtungen lehren:

1. Dass eine nicht unbedeutende Zahl von Pflanzen- und Thiergeweben die Wärme mit ungleicher Schnelligkeit in verschiedenen Richtungen fortpflanzt. Sie stimmen also in dieser Hinsicht mit denjenigen Körpern überein, die nicht nach dem regelmässigen Systeme krystallisiren.

2. Die Untersuchung der Erscheinung liefert der Natur der Sache nach unvollkommenere Ergebnisse, als die der Doppelbrechung. Während man die letztere bis zu den mikroskopischen Bestandtheilen verfolgen kann, fodert die thermische Prüfung makroskopische Stücke, die immer ein Gemenge verschiedenartiger und nicht selten verschieden gerichteter Elementartheile enthalten. Schon dieses kann die Erreichung bestimmter Zahlenwerthe hindern. Die Erscheinungen, welche die einfachen und die quergestreiften Muskelfasern darbieten, deuten an, dass sich der thermische Charakter einzelner Gewebe durch die Fäulniss während des Eintrockenens in Folge der Selbstzersetzung ändern kann, während der optische derselbe bleibt. Dieses vergrössert natürlich die Unbeständigkeit der Ergebnisse. Da die wahrscheinlich allseitig gleichartige Wärmeleitung der die frischen Gewebe durchtränkenden Flüssigkeit die vorherrschend einseitige der Festgebilde mehr oder minder verdeckt, so darf man um so weniger die an den trockenen Stücken gefundenen Zahlen auf die lebenden Gewebe übertragen.

3. Die Fasern des lufttrockenenHolzes und die trockenen streifigen oder faserigen Massen des Hornes, der Sehnen und des elastischen Gewebes, und wahrscheinlich der einfachen und der quergestreiften Muskelfasern, so wie des Zahnbeines leiten die Wärme der Länge nach besser, als in einer darauf senkrechten Richtung. Die trockenen Nerven bieten das Entgegengesetzte als Regel dar. Da die optischen Axen der Muskel- und der Nervenfasern der Länge nach dahingehen, jene aber positiv und der Markinhalt von diesen negativ sind, so hätte man hiernach eine Uebereinstimmung der allgemeinen Fortpflanzungserscheinungen des Lichtes und der Wärme, indem beide thermisch und optisch einaxig, aber von entgegengesetztem Charakter wären. Ebenso lassen sich die Holzzellen als optisch und thermisch, einaxige und negative Körper ansehen, deren Axe in radialer Richtung verläuft.

4. Doppelbrechung und Wärmeleitung gehen auch noch in den Perlmutterlagen der Molluskenschaalen (Arogonitmassen) in der frischen Krystalllinse und z. Th. der Hornhaut des Auges parallel. Wie aber diese Uebereinstimmung in vielen unorganischen Massen mangelt, so kehrt das Gleiche in organischen Geweben wieder. Muskeln, die stark doppelt brechen, können Abschmelzungskreise liefern. Das Gleiche wiederholt sich für einzelne Hornmassen, die Knochen, die Knorpel. Man darf jedoch in allen diesen Fällen nicht übersehen, dass die thermischen Prüfungsmittel aus den unter N° 2 erwähnten Gründen stumpfer als die optischen sind.

5. Bedenkt man, dass der höchste thermische Axenwerth, den Sénarmont in doppeltbrechenden Krystallplatten beobachtete, 1,31 (im Quarze) betrug, so ergiebt sich, dass einzelne Hölzer diese Werthe bedeutend überschreiten, da man hier 1,6 und selbst nach Knoblauch 1,8 findet. Die Maximalgrössen dagegen, welche die geprüften Thiergewebe darboten, erreichten keine wesentlich höhere Zahlen, als der Quarz. Wir haben in dieser Hinsicht 1,37 und 1,40 für ein Stück des Gracilis und ein Exemplar der Hornhaut des Menschen. Die höchsten Zahlen der anderen Gewebe liegen zwischen 1,2 und 1,3 und häufig zwischen 1,1 und 1,2. Wir werden hieraus schliessen, dass die einseitige Wärmeleitung der Thiergewebe nicht zu der Grösse anwächst, die in manchen Holzgefässen möglich bleibt. Die sehr kleinen Axenunterschiede, welche sie bisweilen darbieten, die aber das Auge schon ohne weitere Messung erkennt, erinnern an die geringen Werthe mancher doppeltbrechenden Krystalle, wie des Berylles, der auch nur 1,085 nach Sénarmont hat. Die Abschmelzungscurven des

Korkes, der Wurzel von Parаira brava, der Vorder- oder der Hinterfläche der Linse lehren, dass dieses Ergebniss auch von einer gleichförmigen Vertheilung sonst einseitig leitender Gewebe abhängen kann.

III.

Erstickungsversuche an Nattern.

Eine Natter, die zu den früheren Beobachtungen über die Athmung im geschlossenen Raum diente, zeigte die auffallende Eigenthümlichkeit, dass sie bei einem verhältnissmässig geringen Kohlensäuregehalte der umgebenden Luft, schon bei 6,72% zu Grunde ging*). Es fragte sich daher, ob man hier nur einen, durch unbekannte Nebenverhältnisse bedingten Einzelfall oder eine allgemeiner auftretende Erscheinung vor sich hatte. Die Wiederholung des Versuches an anderen Nattern mit der gleichen Vorrichtung und demselben analytischen Verfahren hatte zum Zweck, zwischen jenen beiden Möglichkeiten zu entscheiden. Da zwei Thiere schon nachwiesen, dass hier bedeutende Schwankungen möglich sind, so war eine weitere Fortsetzung der Unsersuchung überflüssig.

Erster Versuch.

Körpergewicht der Natter 197,5 Grm.
Zu Gebote stehender Luftraum 7,13 Liter.

Die erste Abzapfung des Gases wurde genau vier Tage nach dem Einsetzen vorgenommen. Es enthielt:

Kohlensäure	3,13%.
Sauerstoff	15,11.
Stickstoff	81,76.
	100,00.

Man hatte:

Zeit.	Ursprüngliches Volumen in Litern.	Auf 0° reducirter Barometer in Millimetern.	Temperatur in C°.	Normalvolumen.			
				Gesammtvolumen.	C.	O.	N.
Am Anfange.	7,126	705,35	17,09	6,072	0,003	1,273	4,796
Vier Tage später.		707,62	55,07	6,157	0,193	0,930	5,034
Unterschied.	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	+0,190	—0,343	+0,238.

*) Dieser Zeitschrift dritte Reihe. Bd. X. S. 45 u. 82.

Also Sauerstoffverhältnisss 1,81.

Und für 1 Kilogramm und 1 Stunde:

Ausgeschiedene Kohlensäure . . 0,020 Grm.
Verzehrter Sauerstoff . . . . . . 0,026 Grm.

Die zweite Abzapfung erfolgte nach dem nach 17tägigem Aufenthalte eingetretenen Tode. Das Gas führte:

Kohlensäure . . . . . 8,52 %
Sauerstoff 6,84
Stickstoff 84,64
100,00.

Man hatte ferner:

Zeit.	Ursprüngliches Volum. in Litern.	Reduc. Barom. in Millimet.	Manometer in Millimet. Quecksilber	Wärme in C⁰.	Normalvolumen.			
					Gesammtvolumen.	Ċ.	O.	N.
Nach 4 Tagen.	7,126	705,35	. . .	17,⁰9	6,157	0,193	0,930	5,034
13 Tage später nach erfolgtem Tode.		721,46	—0,02	15,⁰1	6,296	0,537	0,431	5,328
Unterschied.	. . .	. . .	. . .	. . .	. . . .	+0,344	—0,499	+0,294.

Mithin für die letzten Beobachtungstage:

Sauerstoffverhältniss . . . . 1,45.

Für 1 Kilogr. und 1 Stunde:

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . 0,011 Grm.
Verzehrter Sauerstoff . . . . 0,012 Grm.
Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler . . . 0,006 Grm.

Zweiter Versuch.

Sehr grosse trächtige Natter.

Die Embryonen der zahlreichen Eier besassen noch Kiemenspalten.

Körpergewicht . . . . . 320,5 Grm.

Erste Abzapfung des Gases genau nach 8 Tagen. Es enthielt 10,57 % Kohlensäure.

Man hatte überdiess:

Zeit.	Ursprüngliches Volumen in Litern.	Barometer in Millimetern.	Manometerunterschied in Millimet. Quecksilber.	Wärme in C⁰.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	Normalvolumen. Ċ.
Am Anfange.	7,003	713,28	. . . . . .	21,⁰2	5,937	0,003
Nach 8 Tagen.		708,41	—0,5	18,⁰9	5,963	0,630
Unterschied						+0,627.

Hieraus berechnet sich 0,020 Grm. Kohlensäure für 1 Kilogr. und 1 Stunde.

Die zweite Gasprobe wurde 6 Tage später, einen Tag nach dem Tode des Thieres entnommen. Sie enthielt:

Kohlensäure . . . 13,98 / 14,03 } 14,01 %.
Sauerstoff . . . . 3,95.
Stickstoff . . . . 82,04.
100,00.

Zeit.	Ursprüngliches Volumen in Litern.	Reducirter Barometer in Millimetern.	Manometerunterschied in Millimetern.	Wärme in C⁰.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	Normalvolumen. Ċ.
Nach 8 Tagen.	7,003	708,41	—0,5	18,⁰9	5,963	0,630
6 Tage später.		710,91	- 0,5	20,⁰0	5,952	0,834
Unterschied						+0,204.

Dieses giebt 0,007 Grm. für 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde.

Die zweite, an der grossen trächtigen Natter gewonnene Erfahrung lehrt hiernach, dass der Kohlensäuregehalt der Todeszeit des Thieres entsprechenden eingeschlossenen Luft bei dem Gebrauche von Schlangen ungefähr eben so hoch steigen kann, als bei dem von Säugethieren *). Die niederen Werthe, welche der frühere Versuch **) und der oben mitgetheilte erste lieferten, gehörten Thieren, die ein weit kleineres Körpergewicht darboten, und nicht trächtig waren.

Die auf ein Kilogramm und eine Stunde kommenden Durchschnittsmengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des

*) A. a. O. S. 80.
**) A. a. O. S. 40.

verzehrten Sauerstoffes, welche die beiden neuen Beobachtungen geben, bestätigen abermals, dass diese Verhältnissgrössen in Schlangen nicht stärker, als in Fröschen ausfallen. Wir sehen ferner, dass der Erstickungstod in einem grösseren geschlossenen Raume hier, wie in den höheren Geschöpfen, eintritt, wenn der Sauerstoff zwar bedeutend herabgesetzt, aber noch in verhältnissmässig beträchtlicher Menge vorhanden ist. Theilt man endlich die Aufenthaltszeit in zwei längere Abschnitte, so geht die Athmung in dem ersten mit grösserer Lebhaftigkeit, als in dem zweiten vor sich. Dieses schliesst natürlich nicht aus, dass die langen und tiefen Athemzüge, die in einzelnen Tagen der zweiten Periode bemerkt werden, die Grösse des Gaswechsels für diese kürzeren Zeiträume erhöhen *).

IV.

Erstickung im geschlossenen Raume nach der Vagustrennung.

Die tiefen Athmungsstörungen, welche die Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven zur Folge hat, bewogen mich nachzusehen, ob sich hierdurch die Erstickungserscheinungen im geschlossenen Raume wesentlich ändern oder nicht. Die Versuche wurden an Kaninchen, und zwar mit denselben Vorrichtungen und nach den gleichen Verfahrungsweisen angestellt, die für die früheren Beobachtungen über das Athmen in geschlossenem Raume gedient hatten. Ich prüfte zwei Kaninchen eine Reihe von Stunden nach der doppelten Vagustrennung und vervollständigte diese einleitenden Beobachtungen durch drei andere, in denen die endiometrischen Analysen durchgeführt und die Thiere zuerst in gesundem Zustande und später nach der Operation der Untersuchung unterworfen wurden.

Erster Versuch.

Kaninchenalbino.

Körpergewicht . . . . 1501 Grm.

$7^2/_3$ Stunden nach der Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven eingesetzt.

Zu Gebote stehender Luftraum 9,547 Liter von 713,5 Mm. Barom. von 0^0 und 18^0C oder 6,36 Mal soviel als das Körpervolumen des Thieres.

---

*) A. a. O. S. 45.

4 U. 10 M. In den Behälter gebracht.

4 U. 16 M. Die Zunge schon auffallend blau.

4 U. 18 M. 21 Athemzüge in einer Minute. Die Bauchdecken spielen dabei mit grosser Lebhaftigkeit und die Nasenflügel werden bei jeder Einathmung hoch hinaufgezogen.

4 U. 22 M. Dunkelblaue Ohren. Augenlieder anhaltend geschlossen.

4 U. 23 M. 19 tiefe Athemzüge in einer Minute.

4 U. 26 M. Unruhig, feines Pfeifen bei dem Athmen. Sinkt zusammen, richtet sich aber bald wiederum auf.

4 U. 33 M. 20 tiefe Athemzüge in einer Minute. Hält sich immer in halbzusammengesunkener Stellung.

4 U. 35 M. Momentan unruhig und dann immer mehr zusammensinkend.

4 U. 40 M. 18 Athemzüge in einer Minute.

4 U. 55 M. Zusammengesunken. Schleimaustritt aus der Nase. Erweiterte Pupille.

4 U. 56 M. Kein sichtbarer Athemzug mehr.

Zweiter Versuch.

Graues Kaninchen.

Körpergewicht . . . . 1,7 Kilogr.

6 Stunden nach der doppelten Vagustrennung eingesetzt.

Luftraum = 9,35 Litern von 714,46 Mm. Barom. von 0°C und 19°8 C. Also 5,5 Mal so viel, als das Körpervolumen.

4 U. 13 M. Anfang des Versuches.

4 U. 19 M. 20 tiefe Athemzüge in einer Minute, mit Heraufziehen der Nasenflügel und Oeffnen des Mundes bei jeder Einathmung.

4 U. 27 M. 26 hörbare Athemzüge in einer Minute.

4 U. 33 M. 24 Athemzüge in einer Minute.

4 U. 39 M. 24 Athemzüge in einer Minute.

4 U. 46 M. 26 Athemzüge in einer Minute.

4 U. 51 M. Unruhig. Oft zusammensinkend.

4 U. 52 M. 28 bis 29 Athemzüge in einer Minute. Stärker hörbar als früher.

4 U. 53 M. Ruhiger. Auf den Hinterbeinen stehend. Auffallend matte Augen.

5 U. 2 M. Sinkt zusammen, steht aber bald wiederum auf. Urinentleerung. Mühsame Athmung mit zurückgebogenem Kopfe.

5 U. 4 M. 30 bis 31 Athemzüge in einer Minute.

5 U. 6½ M. Sinkt wiederum zusammen, rafft sich aber bald auf und wird unruhig.

5 U. 10 M, Umgesunken. Krampfanfall.

5 U. 10½ M. 8 Athemzüge in 15 Secunden. Schreit hierauf ein Mal laut auf, athmet dann noch ein Mal und stirbt um 5 U. 11½ M.

Dritter Versuch.

Schwarzes Kaninchen.

I. Gesund.

Körpergewicht . . . . 1308 Grm.

Feuchter Luftraum 6,015 Liter von 718,34 reduc. Barom. und 16,°2C. Also 4,6 Mal so gross, als das Körpervolumen.

3 U. 52 M. Eingesetzt.
3 U. 58 M. 84 }
4 U. 9 M. 68 } Athemzüge in einer Minute.
4 U. 13 M. 70 }
Mittel = 74.
4 U. 17 M. Ende des Versuches.

Das Endgas enthielt:

Kohlensäure	6,60 %
Sauerstoff	13,75
Stickstoff	79,65
	100,00.

Man hatte:

Zeit.	Feuchter ursprünglicher Raum in Litern.	Reducirt. Barom. von 0°C. in Mm.	Wärme in C°.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	Ċ.	O.	N.
Am Anfange.	6,015	718,34	16,°2	5,264	0,003	1,103	4,158
Nach 25 Minuten.			19,°8	5,174	0,342	0,711	4,121
				Unterschied . . .	+0,339	—0,392	—0,037.

Die ausgeschiedene Kohlensäure verhielt sich zu dem verzehrten Sauerstoffe dem Volumen nach wie 1:1,16.

1 Kilogramm Körpergewicht giebt im Durchschnitt in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Ausgeschiedene Kohlensäure .	1,223 . . .	0,00028.
Verzehrter Sauerstoff	1,029 . . .	0,00023.

II. Gesund. Am dritten Tage nach der ersten Bestimmung.

Körpergewicht . . . . 1278 Grm.

Feuchter Luftraum = 6,045 Liter von 712,49 Barom. und 16,^{0}6C., mithin 4,7 Mal soviel als das Körpervolumen.

9 U. 37 M. Eingesetzt.
9 U. 42 M. 68 } Athemzüge in 1 Minute.
10 U. 1 M. 64 }
Mittel = 66.
10 U. 2 M. Ende des Versuches.

Das Endgas führte:

Kohlensäure . . .	5,89%
Sauerstoff	13,36
Stickstoff	80,75
	100,00.

Ferner:

Zeit.	Ursprüngliches Volum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer. Unterschied in Mm. Quecksilber.	Wärme in C^0.	Normalvolumen.			
					Gesammtvolumen.	Ċ.	O.	N.
Am Anf.	6,045	712,49	. . .	16,^{0}6	5,224	0,003	1,095	4,126
Nach 25 Minuten.			—0,07	18,^{0}0	5,189	0,306	0,693	4,190
			Unterschied.	. . .	. . . .	+0,303	—0,402	+0,064.

Mithin Sauerstoffverhältniss 1,30 und für ein Kilogramm Körpergewicht in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Ausgetretene Kohlensäure . . .	1,119 . . .	0,00028.
Verzehrter Sauerstoff	1,080 . . .	0,00027.

III. Drei Tage später, 9 Minuten nach der Anlegung der Halswunde und der Blosslegung der beiden herumschweifenden Nerven.

Die Operation wurde ohne allen Blutverlust vollführt.

Körpergewicht . . . . . . 1340 Grm.

Feuchter Luftraum 5,983 Liter von 718,26 Mm. reduc. Barom. und 14,⁰4C. Mithin 4,5 Mal soviel als das Körpervolumen.

2 U. 24 M. Anfang des Versuches.

2 U. 28 M. 76 }
2 U. 47 M. 78 } Athemzüge in einer Minute.

Mittel = 77.

2 U. 49 M. Ende des Versuches.

Die Endluft lieferte:

Kohlensäure	6,93%
Sauerstoff	10,75
Stickstoff	82,32
	100,00.

Die Knallgasverpuffung wies keine ausserhalb der möglichen Grenzen der Beobachtungsfehler liegende Mengen von Wasserstoff, Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoff nach.

Zeit.	Ursprüngliches Volum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer-Unterschied in Mm. Quecksilber.	Wärme in C⁰.	Normalvolumen.			
					Gesammtvolumen.	Č.	O.	N.
Am Anf.	5,983	718,26	. . .	14,⁰4	5,279	0,003	1,106	4,170
Nach 25 Minuten.			—0,07	17,⁰7	5,147	0,360	0,506	4,281
Unterschied						+0,357	—0,600	+0,111.

Sauerstoffverhältniss 1,7 und für 1 Kilogr. in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Frei gewordene Kohlensäure . .	1,257 . . .	0,00027.
Aufgenommener Sauerstoff . . .	1,537 . . .	0,00033.

IV. Nach der Beendigung des letzten Versuches, die beiden herumschweifenden Nerven am Halse durchschnitten.

3 U. 6 M. Vagustrennung.

3 U. 7 M. Eingesetzt. Luftraum 5,983 Liter von 718,26 Barometer und 15,^{0}8 C.

3 U. 11 M. 16 Athemzüge in 1 M. Starke Betheiligung der Bauchdecken. Vorziehen des Mundes und Aufziehen der Umgebungen der Nasenlöcher bei jedem Athemzuge. Oft hörbares Pfeifen.

3 U. 17 M. 19 bis 20 } Athemzüge in einer Minute.
3 U. 22 M. 22 . . . }

Das Thier dreht sich häufig und leckt bisweilen die Glaswand oder die benachbarten Körpertheile.

3 U. 27 M. 22 bis 23 } Athemzüge in einer Minute.
3 U. 31 M. 22 bis 23 }

3 U. 32 M. Erste Gasabzapfung.

3 U. 38 M. 24 } Athemzüge in einer Minute.
3 U. 48 M. 27 }

Sehr unruhig und häufig sich drehend. Fortwährend hörbare Athemzüge.

3 U. 58 M. 25 Athemzüge in einer Minute.

3 U. 59 M. Sinkt um und vollführt von Zeit zu Zeit krampfhafte Stossbewegungen. Die Athmung immer mühsamer.

4 U. 1 M. 24 Athemzüge in einer Minute.

4 U. 2½ M. Sinkt um. Krampfstösse, später wiederholte Drehungen des Körpers.

4 U. 4 M. 24 sehr mühsame Athemzüge in der Minute.

4 U. 7 M. 9 Athemzüge in 45 Secunden. Das Thier sinkt um.

4 U. 9 M. Tod nach einigen schwachen Zuckungen des Kopfes.

Die eudiometrische Analyse gab in Procenten:

	Gas nach dem Aufenthalte von	
	25 Minuten	62 Minuten, oder dem Eintritt des Todes
Kohlensäure	8,11	12,14
Sauerstoff	9,65	4,30
Stickstoff	82,24	83,56
	100,00.	100,00.

Die Knallgasverpuffung schien eine sehr geringe Menge von Wasserstoff in der ersten Gasprobe zu ergeben. Sie lieferte sonst nur negative Ergebnisse:

Zeit.	Ursprüngliches Volum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer-Unterschied in Mm. Quecksilber.	Wärme in C⁰.	Normalvolumen.			
					Gesammtvolumen.	Č.	O.	N.
Am Anf.	5,983	718,26	...	$15,^08$	5,245	0,003	1,099	4,143
Nach 25 Minuten.			—0,07	$20,^02$	5,135	0,416	0,496	4,223
Nach 62 Minuten.			—0,07	$18,^03$	5,183	0,629	0,223	4,331
Unterschied nach 25 Minuten						+0,413.	—0,603.	+0,080.
Unterschied nach 62 Minuten						+0,626.	—0,876.	+0,188.

Sauerstoffverhältniss nach 25 Minuten 1,45.
Sauerstoffverhältniss nach 62 Minuten 1,40.

Für 1 Kilogr. Körpergewicht in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Nach 25 Minuten:		(Mittel = 21,1)
Ausgeschiedene Kohlensäure . .	1,455 . . .	0,00115.
Verzehrter Sauerstoff	1,545 . . .	0,00122.
Nach 62 Minuten:		(Mittel = 20,4)
Ausgetretene Kohlensäure . . .	0,889 . . .	0,00073.
Aufgenommener Sauerstoff . . .	0,903 . . .	0,00074.

Die Leberabkochung zeigte keine Spur von Zuckerreaction bei dem Gebrauche der Fehling'schen Lösung. Der gelbe trübe Urin reagirte alkalisch. Das gelbe Filtrat gab bei dem Kochen einen Niederschlag, der sich unter heftigem Aufbrausen nach einem Zusatze von Salpetersäure löste. Es enthielt also keine merklichen Mengen von Eiweiss.

Vierter Versuch.

Schwarzes Kaninchen.

I. Gesund.

Körpergewicht . . 1711 Grm.

Feuchter Luftraum 5,612 Liter von 717,14 Barom. und 17,⁰8 C. Also 3,27 Mal so gross, als das Körpervolumen.

9 U. 48 M. Anfang des Versuches.

10 U. 3 M. 100 } Athemzüge in einer Minute.
10 U. 9 M. 84 }

Mittel = 92.

10 U. 15 M. Ende der Beobachtung.

Das Gas enthielt:

Kohlensäure	6,67 %
Sauerstoff	9,16
Stickstoff	84,17
	100,00.

Zeit	Ursprüngliches Luftvolum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer-Unterschied in Mm. Quecksilber.	Temp. in C⁰.	Normalvolumen.			
					Gesammtvolumen.	C̈.	O.	N.
Am Anf.	5,612	717,14	...	17,⁰8	4,867	0,002	1,021	3,844
Nach 27 Minuten.			0,07	21,07	4,776	0,319	0,438	4,020
				Unterschied		+0,317	—0,583	+0,176.

Sauerstoffverhältniss .... 1,84.

Für 1 Kilogr. in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Ausgeschiedene Kohlensäure	0,810	0,00015.
Verzehrter Sauerstoff	1,083	0,00020.

II. Gesund. Am dritten Tage nach dem ersten Versuche.

Körpergewicht . . 1731 Grm.

Feuchter Luftraum 5,592 Liter von 715,29 Mm. und 15,⁰3 C. Also 3,23 Mal so viel, als das Körpervolumen.

1 U. 59 M. Eingesetzt.

2 U. 7 M. 100 } Athemzüge in einer Minute.
2 U. 24 M. 76 }

Mittel = 88.

2 U. 26 M. Ende des Versuches.

Das Endgas lieferte:

Kohlensäure 8,89%
Sauerstoff 7,04
Stickstoff 84,07
100,00.

Zeit	Ursprüngliches Volum. in Litern.	Reduc. Barom. in Litern.	Manometer in Millimet. Quecksilber.	Wärme in C⁰.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	Normalvolumen. $\dot{C}$.	Normalvolumen. O.	Normalvolumen. N.
Am Anf.	5,592	715,29	. . .	15,^{0}3	4,893	0,002	1,026	3,865
Nach 27 Minuten.			−0,07	20,^{0}7	4,767	0,424	0,336	4,007
			Unterschied			+0,422	−0,690	+0,142.

Sauerstoffverhältniss . . . 1,64.

Für 1 Kilogr. Körpergewicht in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Ausgetretene Kohlensäure . . .	1,065 . . .	0,00020.
Aufgenommener Sauerstoff . . .	1,267 . . .	0,00024.

III. Sieben Stunden nach der doppelten Vagustrennung am Halse.

Körpergewicht vor der Vagustrennung . . . 1788,5 Grm.

8 U. 40 M. Die Vagustrennung ohne Blutverlust vorgenommen.

3 U. 30 M. Körpergewicht 1775,5 Grm.

Feuchter Luftraum 5,548 Liter von 713,81 Mm. und 15,^{0}7 C. Mithin Verhältniss desselben zum Körpervolumen 3,12 : 1.

3 U. 40 M. Eingesetzt.

3 U. 44 M. 38 }
3 U. 55 M. 40 } Athemzüge in einer Minute.

Das Thier leckt die Glaswand oder seine Körpertheile.

4 U. 40 bis 41 hörbare Athemzüge in einer Minute. Oeffnen des Mundes bei dem Athmen.

4 U. 5 M. 35 sehr tiefe Athemzüge in einer Minute. Das Thier dreht sich häufig.

4 U. 7 M. Erster Gasabzug.

4 U. 15 M. 31 Athemzüge in einer Minute. Athmet mit starker Betheiligung der Bauchmuskeln. Oeffnet den Mund weit bei dem Einathmen. Sehr unruhig. Hat viel Urin gelassen.

4 U. 22 M. 29 tiefe und hörbare Athemzüge in einer Minute.

4 U. 29 M. 25 bis 26 tiefe und hörbare Athemzüge in einer Minute. Das Thier wird sichtlich matter und sinkt von Zeit zu Zeit zusammen. Es tritt Speichel zum Munde heraus. Einzelne Krampfanfälle, die das Thier in die Höhe werfen.

4 U. 32 M. Heftige Wechselkrämpfe des Rumpfes und der Glieder.

4 U. $32^1/_2$ bis 33 M. Tod.

Die Procentmengen der Endluft waren:

	Nach dem Aufenthalte von 27 Minuten	Nach dem Aufenthalte von 53 Minuten
Kohlensäure	8,37	10,95
Sauerstoff	8,39	3,86
Stickstoff	83,24	85,19
	100,00.	100,00.

Zeit.	Ursprüngliches Luftvolum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer-Unterschied in Mm. Quecksilber.	Wärme in C⁰.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	C.	O.	N.
Am Anf.	5,548	713,81	...	15,⁰7	4,842	0,002	1,015	3,825
Nach 27 Minuten.			—0,07	19,⁰3	4,753	0,398	0,399	3,956
Nach 53 Minuten.			+0,03	20,⁰9	4,716	0,516	0,182	4,018
Unterschied nach 25 Minuten . .						+0,396	—0,616	+0,131.
Unterschied nach 53 Minuten . .						+0,514	—0,833	+0,193.

Sauerstoffverhältniss nach 25 Minuten . . 1,56.

Sauerstoffverhältniss nach 53 Minuten . . 1,62.

Für 1 Kilogr. Körpergewicht in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Nach 27 Minuten:		(Mittel = 38,4)
Ausgeschiedene Kohlensäure .	0,975 . . .	0,00043.
Verzehrter Sauerstoff	1,103 . . .	0,00048.
Nach 53 Minuten:		(Mittel = 34,2)
Ausgetretene Kohlensäure . . .	0,644 . . .	0,00032.
Aufgenommener Sauerstoff . .	0,760 . . .	0,00037.

Weder die Leber, noch der Harn führten eine Spur von Zucker. Die beiden Lungen waren durchgehends hellroth gefärbt. Einzelne entartete oder verstopfte Stellen fanden sich nicht vor.

Fünfter Versuch.

Schwarzes Kaninchen.

I. Gesund.

Körpergewicht . . . . 2205 Grm.

Feuchter Luftraum 5,118 Liter von 715,29 Mm. und 16,°8 C. Also 2,32 Mal so viel als das Körpervolumen.

2 U. 44 M. Eingesetzt.

2 U. 49 M. 96 }
3 U. 8 M. 106 } Athemzüge in einer Minute

Mittel = 101.

3 U. 9 M. Ende des Versuches.

Das Endgas führte:

Kohlensäure . .	10,09%
Sauerstoff	6,58
Stickstoff	83,33
	100,00.

Zeit.	Ursprüngliches Luftvolum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer-Unterschied in Mm. Quecksilber.	Wärme in C°.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	Č.	O.	N.
Am Anf.	5,118	715,29	. . .	16,°8	4,447	0,002	0,932	3,513
Nach 25 Minuten.	5,118	715,29	—0,03	20,°3	4,372	0,444	0,287	3,641
Unterschied						+0,442	—0,645	+0,128.

Sauerstoffverhältniss . . 1,46.

Für 1 Kilogr. Körpergewicht in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Ausgeschiedene Kohlensäure	. . 0,890	. . . 0,00012.
Verzehrter Sauerstoff	 1,004	. . . 0,00016.

II. Gesund. Drei Tage später.

Körpergewicht . . 2,111 Grm.

Feuchter Luftraum 5,212 Liter von 715,44 Mm. und 17,°8 C. Also 2,44 Mal so viel als das Volumen des Thieres.

9 U. $36^1/_2$ M. Eingesetzt.
9 U. 43 M. 88 }
9 U. 48 M. 94 } Athemzüge in einer Minute.
9 U. 57 M. 96 }
Mittel = 93.

10 U. $2^1/_2$ M. Ende des Versuches.

Das Endgas enthielt:

Kohlensäure . . .	9,39%
Sauerstoff	7,49
Stickstoff	83,12
	100,00.

Zeit	Ursprüngliches Luftvolum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer-Unterschied in Mm. Quecksilber.	Wärme in C°.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	C.	O.	N.
Am Anf.	5,212	715,44	. . .	17,°8	4,509	0,002	0,945	3,562
Nach 26 Minuten.			+0,03	23,°9	4,372	0,411	0,327	3,634
			Unterschied			+0,409	−0,618	+0,072.

Sauerstoffverhältniss . . 1,51.

Für 1 Kilogr. Körpergewicht in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Ausgeschiedene Kohlensäure	. . 0,884	. . . 0,00016.
Verzehrter Sauerstoff	 0,966	. . . 0,00017.

III. Nach drei Tagen aus jedem der beiden Halsvagi ein $1^1/_4$ Centimeter langes Stück ohne Blutverlust ausgeschnitten.

8 U. 10 M. Ausrottung der Vagusstücke.

3 U. 12 M. Körpergewicht 1936 Grm.

Feuchter Luftraum 5,387 Liter von 705,98 Mm. Barom. und 13,⁰2 C. Also 2,78 Mal so viel als das Volumen des Thieres.

3 U. 13 M. Eingesetzt
3 U. 19 M. 38 }
3 U. 28 M. 39 } Athemzüge in einer Minute.
3 U. 37 M. 36 }

Mittel = 38.

3 U. 38 M. Erster Abzug des Gases.
3 U. 45 M. 37 }
3 U. 56 M. 40 } hörbare und mühsame Athemzüge in einer Minute.
4 U. 5 M. 38 }
4 U. 6 M. Wird sehr unruhig und dreht sich häufig.
4 U. 12 M. Lebhafte Bewegungen des Kopfes.
4 U. 15 M. 29 Athemzüge in einer Minute.
4 U. 16 M. Sinkt zusammen und bekommt Krämpfe.
4 U. 17 M. Tod.

Die Endluft ergab in Procenten:

	Nach dem Aufenthalte von 25 Minuten	Nach dem Aufenthalte von 64 Minuten
Kohlensäure	7,13	11,85.
Sauerstoff	10,97	5,31.
Stickstoff	81,90	82,84.
	100,00.	100,00.

Zeit.	Ursprüngliches Luftvolum. in Litern.	Reduc. Barom. in Mm.	Manometer-Unterschied in Mm. Quecksilber.	Wärme in C⁰.	Normalvolumen. Gesammtvolumen.	Normalvolumen. C.	Normalvolumen. O.	Normalvolumen. N.
Am Anf.	5,378	705,98	. . .	13,⁰2	4,697	0,002	0,984	3,711
Nach 25 Minuten.			+1,20	12,⁰8	4,713	0,336	0,517	3,860
Nach 64 Minuten.			+0,43	13,⁰0	4,704	0,557	0,250	3,897
Unterschied nach 25 Minuten						+0,334	−0,467	+0,149.
Unterschied nach 64 Minuten						+0,555	−0,734	+0,186.

Mithin Sauerstoffverhältniss nach 25 Minuten . . 1,40.
" " " 64 - . . 1,32.

Für 1 Kilogr. Körpergewicht in Grm.:

	Für eine Stunde	Für einen Athemzug
Nach 25 Minuten:		(Mittel = 38)
Ausgeschiedene Kohlensäure	0,783	0,00035.
Verzehrter Sauerstoff	0,796	0,00035.
Nach 64 Minuten:		(Mittel = 37)
Ausgetretene Kohlensäure	0,529	0,00024.
Aufgenommener Sauerstoff	0,508	0,00023.

Wir finden zunächst, dass die doppelte Vagustrennung am Halse die bis zum Tode nöthige Zeit des Aufenthaltes im geschlossenen Raum keineswegs nothwendiger Weise abkürzt.

Wir haben:

Nummer des Versuches.	Zeit seit der Vagustrennung bis zum Anfange des Versuches.	Zu Gebote stehender Luftraum, das Volumen d. Thieres als Einheit genommen.	Zeit des Aufenthaltes im geschlossenen Raume bis zum Eintritt des Todes in Minuten.
III.	Unmittelbar nach der Vagustrennung.	4,5	62
II.	6 Stunden nach derselben.	5,5	57½
IV.	7 Stunden nach derselben.	3,12	52½
V.	Desgleichen.	2,8	64
I.	7⅔ Stunden nach der Nerventrennung.	6,36	46

Die vier ersten in dieser Tabelle angeführten Werthe lehren, dass, wenn auch der Eingriff die Dauer des möglichen Ver-

weilens im geschlossenen Raume verkleinert, dieses doch in so geringem Maasse der Fall ist, dass der Unterschied die Grenzen individueller Schwankungen, die auch an unversehrten Kaninchen beobachtet werden, nicht überschreitet. Da hierbei ein Thier unmittelbar nach der Nervendurchschneidung und die übrigen 6 bis 7 Stunden nach derselben geprüft wurden, so erhellt, dass weder die durch die Verletzung gestörte Athmung, noch die wahrscheinlich später immer mehr durchgreifende Aenderung der Beschaffenheit der Blutmasse einen sichtlichen Einfluss auf die Aufenthaltszeiten ausübt. Berücksichtigt man dagegen die in dem ersten Versuche erhaltenen Werthe, die eine baldige Erstickung trotz des Verhältnissmässig grossen Luftraumes geben, so darf man vermuthen, dass die längere Zeit, die seit der Nerventrennung verflossen war, den schnelleren Eintritt des Todes merklich beschleunigt hat.

Die fünf Erfahrungen bestätigen von Neuem, dass die Zahl der auf die Zeiteinheit kommenden Athemzüge nach der doppelten Vagustrennung bedeutend abnimmt. Die Wirkung des geschlossenen Raumes besteht im Allgemeinen darin, dass zuerst die Menge der Athemzüge bis zu einem grössten Werthe steigt, später wiederum heruntergeht und oft kurz vor dem Tode auf eine kleinste Grösse herabsinkt.

Dass die Kohlensäure- und die Sauerstoffmengen, welche die umgebende Luft bei dem Ersticken des operirten Thieres darbietet, von denen der gesunden Geschöpfe nicht sichtlich abweichen, können die den drei letzten Versuchen angehörenden Zahlen lehren*).

Wir haben in Procenten:

Nummer des Versuches.	Eingeschlossene Luft bei dem Tode des Thieres.	
	Kohlensäure.	Sauerstoff.
III.	12,14	4,30
IV.	10,95	3,86
V.	11,85	5,31

Stellen wir uns die auf ein Kilogramm Körpergewicht und eine Stunde kommenden Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes für die gleichen

*) Siehe diese Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. X. S. 71 u. 80.

Zeiträume in den verschiedenen Zuständen der Thiere zusammen, so haben wir:

Nummer des Versuches.	Zu Gebote stehender Luftraum, das Volumen des Thieres zur Einheit genommen.	Dauer des Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume in Minuten.	Zustand des Thieres.	Auf 1 Kilogr. u. 1 Stunde kommende Menge in Grm.	
				Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.
Dritter.	4,6	25	Gesund.	1,223	1,029
	4,7	25	Gesund.	1,119	1,080
	4,5	25	Blosslegung der Vagi.	1,257	1,537
	4,5	25	Unmittelbar nach der Vagustrennung.	1,455	1,545
Vierter.	3,27	27	Gesund.	0,810	1,083
	3,23	27	Gesund.	1,065	1,267
	3,1	27	7 Stunden nach d. Vagusdurchschneidung.	0,975	1,103
Fünfter.	2,32	25	Gesund.	0,890	1,004
	2,44	25	Gesund.	0,884	0,966
	2,78	25	7 Stunden nach der Vagustrennung.	0,783	0,796

Diese Zahlen bestätigen zunächst die früheren Erfahrungen, dass verhältnissmässig zur ausgeschiedenen Kohlensäure mehr Sauerstoff aufgenommen wird, wenn die gesunden Kaninchen in dem geschlossenen Raume mühsam athmen. Dasselbe wiederholt sich nach der doppelten Vagustrennung, die Thiere mögen sich in einem grösseren Luftraume aufhalten oder in einem verhältnissmässig kleinen Athmungsbehälter fortleben. Die zwei letzten Versuche, in denen die Kaninchen erst 7 Stunden nach der Vagustrennung untersucht worden, bestätigen für den engen geschlossenen Raum, der ein verhältnissmässig kleines Luftvolumen zu Gebote stellt, was ich früher für einen hinreichend grossen Behälter gefunden habe, dass nämlich die Vagustrennung die absolute Grösse der zuletzt beobachteten Kohlensäureausscheidung verkleinert. Der Unterschied im Vergleich mit dem gesunden Thiere fiel aber bei jenem kleinen Luftvolumen so gering aus, dass er leicht durch die Nebenverhältnisse verdeckt wurde. Die Anlegung der Halswunde hatte in dem dritten Versuche eine unbedeutende, die Vagustrennung dagegen eine beträchtlichere Erhöhung der Kohlen-

säuremengen zur unmittelbaren Folge. Die Gesammtsumme dieser Thatsachen führt zu dem Schlusse, dass diejenige Athmungsart, die ich die compensirende nannte*) zur Zeit der tieferen Athembeschwerden der operirten Kaninchen durchgriff.

Berechnet man die auf ein Kilogramm und eine Stunde kommenden Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes, so ergeben sich kleinere Werthe als für die ersten 25 bis 27 Minuten. Wir haben:

Versuch.	Aufenthalt.	Für 1 Kilogr. u. 1 Stunde in Grm.	
		Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.
Dritter.	Nach 25 Minuten.	1,455	1,545
	Gesammtzeit.	0,889	0,903
Vierter.	Nach 27 Minuten.	0,975	1,103
	Gesammtzeit.	0,644	0,760
Fünfter.	Nach 25 Minuten.	0,783	0,796
	Gesammtzeit.	0,529	0,508

Der Gaswechsel ist also in den operirten wie in den gesunden Thieren, in den letzten Zeiten des Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume schwächer, als in den ersten.

Da die Vagustrennung die Athemzüge seltener und länger macht, so erklärt sich ohne Weiteres, wesshalb grössere Durchschnittmengen ausgeschiedener Kohlensäure und verzehrten Sauerstoffes auf einen Athemzug kommen. Die bei der Darstellung der Versuche angeführten Zahlen zeigen überdiess, dass der Unterschied von der regelrechten Athmung gesunder Thiere so tief durchgreift, dass die einem Athemzuge entsprechenden Mengen immer noch mindestens nahezu die Hälfte mehr betragen, wenn man die Gesammtzeit des Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume mit der blossen ersten Periode des Verweilens eines gesunden Geschöpfes vergleicht. Der dritte Versuch beweist zugleich, dass dieses die Folge der Vagustrennung und nicht etwa der Anlegung der Halswunde bildet.

Fassen wir Alles zusammen, so ersticken die Kaninchen im geschlossenen Raume nach der doppelten Vagustrennung erst dann rascher als gesunde Thiere, wenn eine längere Zeit seit der Operation verstrichen ist und daher wahrscheinlich

*) A. a. O. S. 88.

tiefere Veränderungen der Blutmasse durchgegriffen haben. Die umgebende Luft enthält aber merkwürdiger Weise in allen Fällen im Augenblicke des Todes des Thieres so grosse Kohlensäure- und so kleine Sauerstoffmengen, wie sie ein gesundes Geschöpf unter den gleichen Verhältnissen herzustellen im Stande ist. Der Mangel der Verbindung der herumschweifenden Nerven mit dem verlängerten Marke hindert also nicht, dass das Kaninchen den zu Gebote stehenden Sauerstoff bis auf einen niederen Procentrest erschöpft, ehe die umgebende Gasmasse für die fernere Lebensdauer unzureichend wird. Die charakterischen Merkmale der doppelten Vagustrennung, die seltenen Athemzüge und die hierdurch bedingten relativ grossen Mengen der freigewordenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes kehren auch in dem engen geschlossenen Raume wieder. Da sich aber die compensirende Athmungsart leichter, als in gesunden Thieren, geltend macht, so wird auch eine etwas grössere absolute Kohlensäuremenge ausgehaucht.

Ueber die Beziehungen der Faserzahl zum Alter des Muskels.

Von

Dr. Ch. Aeby.

(Hierzu Tafel I.)

In einer Reihe von Abhandlungen*) hat Budge in neuerer Zeit im Gegensatz zu der früher allgemein verbreiteten Ansicht den Satz zu begründen gesucht, dass das Wachsthum eines jeden Muskels stets mit einer beträchtlichen Vermehrung seiner Faserzahl verbunden sei. Er stützte sich dabei auf die Resultate der directen Zählung, nachdem es ihm gelungen war, die Primitivbündel vermittelst eines Gemisches von Salpetersäure und chlorsaurem Kali in beliebigem Verhältnisse zu isoliren. Angriffe in mehr oder weniger entschiedener Form**) sind nicht ausgeblieben, doch ohne dass ihnen positive durch Wiederholung der mitgetheilten Versuche gewonnene Thatsachen zu Grunde gelegen hätten.

Es wäre mir wohl kaum eingefallen, diese Frage aufzunehmen, hätte mich nicht ein glücklicher Zufall in mässig concentrirter Salzsäure ein ausgezeichnetes Mittel kennen gelehrt, die Elementartheile des Muskels in freiem Zustande zu erhalten, und zwar ohne dass sie, was der Mischung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali vorgeworfen wird, im geringsten brüchig geworden wären. Der bestimmten Versicherung Budge's, dass

---

*) Bemerkungen über Structur und Wachsthum der quergestreiften Muskelfasern. Arch. f. physiol. Heilkunde v. C. A. Wunderlich. Neue Folge Bd. II. Jahrgang 1858. p. 71. — Ueber die Fortpflanzung der Muskeln. Moleschott's Unters. Bd. VI. p. 40. — Ueber die Genauigkeit meiner Methode der Muskelfaserzählung. Arch. f. path. Anat. und Phys. von R. Virchow. Bd. XVII. 1859. p. 196. — Ueber das Wachsthum der Muskeln. Zeitschr. f. rat. Medizin Bd. XI. p. 305.

**) Henle, Jahresbericht f. 1858. p. 74. — A. Weismann, Ueber das Wachsen der quergestreiften Muskeln nach Beobachtungen am Frosch. Zeitschr. f. rat. Medizin 3. Reihe Bd. X. p. 263.

solches an den Fasern des Gastrocnemius nicht der Fall sei, lässt sich natürlich nichts entgegensetzen; doch muss ich bemerken, dass es mir nicht gelungen ist, auf die genannte Weise die langen Fasern des Sartorius vom Frosche aus ihrem gegenseitigen Verbande zu lösen. Sie waren jedesmal noch vor ihrer Isolirung schon so mürbe, dass an eine Zählung nicht mehr gedacht werden konnte. Immerhin will ich damit nicht bestreiten, dass nicht vielleicht bei sorgfältiger Auswahl der Mischung dieser Uebelstand sich vermeiden liesse. Auch die von Weismann (a. a. O.) empfohlene starke Kalilauge ist für unsre Zwecke kaum zu brauchen. Sie besitzt allerdings den Vortheil, den Faserkitt in kurzer Zeit aufzulösen und so den Muskel rasch in seine Bestandtheile zu zerfällen, dafür erhält man aber auch nie ein nettes und reinliches Präparat, sondern immer ein solches von ziemlich schlechtem Aussehen. Das liesse sich wohl leicht verschmerzen, aber ein wirklicher Nachtheil besteht darin, dass die Fasern nach solcher Behandlung kein Wasser vertragen, sondern sich sofort nach Zusatz von solchem auflösen, und dass sie bei längerem Verweilen in der Kalilauge verhältnissmässig rasch brüchig werden und bei jeder Berührung entzwei gehen. Die Unannehmlichkeiten, welche daraus dem Beobachter erwachsen können, brauche ich nicht hervorzuheben. Alle diese Uebelstände werden bei der Anwendung der Salzsäure sicher vermieden. Ihre Wirkung ist allerdings eine langsamere, dafür besitzt aber auch das Präparat den höchsten Grad der Zierlichkeit, indem sämmtliche Muskelfasern weiss und durchaus frei von allen Anhängseln sich darstellen. Alles Bindegewebe sammt Sehnen und Blutgefässen ist rein verschwunden und nur die Nerven sind übrig geblieben. *) Die Wahl der Säure ist natürlich von grosser Wichtigkeit. Ich verwende dazu das gewöhnliche Acidum purum der Officinen mit soviel Wasser verdünnt, dass gerade keine weissen Nebel mehr aufsteigen. In dieser Flüssigkeit zerfallen die Muskeln nach 24 Stunden derart, dass ihre Elemente nur noch in einem losen Haufen zusammenliegen. Die Säure wird dann durch Wasser ersetzt und die Zählung der Muskelfasern, die sich nunmehr tagelang unverändert aufbewahren lassen, in aller Musse vorgenommen. Es genügt, mit blossem Auge oder mit Hülfe schwacher Vergrösserung die einzelnen Fasern mit einer Nadel heraus zu

*) Nebenbei mag bemerkt werden, dass es mir gelungen ist, solche im Zusammenhange mit dem Primitivbündel frei zu erhalten, allerdings ein seltenes Bild, da sie in der Regel abreissen. Genauer habe ich jedoch das Verhalten noch nicht verfolgen können.

fischen. Hat man richtig operirt, so sind sie alle durchaus weich und so biegsam, dass sie zu einem Knäuel sich aufwickeln lassen. Je dicker übrigens die Fasern sind, um so leichter werden sie brüchig, wie ich vielfach beobachten konnte. Die Zählung geschieht am besten in einem flachen Uhrschälchen auf dunkelm Grunde, von dem die weissen Fassern sehr deutlich sich abheben. Die Zierlichkeit des Präparates ist in der That eine überraschende. Selbst die allerfeinsten Fasern sind durchaus unversehrt erhalten. Ich glaube deshalb, von den bis jetzt bekannten Mitteln die Salzsäure als das zur Isolirung der Muskelelemente geeignetste empfehlen zu dürfen. Dass bei zu starker Concentration und bei zu langer Einwirkung der Säure ein unbrauchbares und brüchiges Präparat erhalten wird, versteht sich von selbst.

Die Wahl Budge's in Beziehung auf den Gastrocnemius kann ich keine glückliche nennen. Er scheint dazu durch den Umstand bewogen worden zu sein, dass dieser Muskel nach beiden Seiten hin durch Sehnen scharf abgegränzt ist, dass demnach auch bei der Lösung seiner Insertionen die Gefahr Muskelsubstanz mit zu entfernen, vermieden wird. Es liegt jedoch hierin kein Grund, einen minder scharf begränzten Muskel zu verwerfen. Ist derselbe nur parallelfasrig, so hat auch die Verletzung der Muskelenden, wenn sie ja vorkommen sollte, durchaus nichts auf sich, da hierdurch nur die Länge, nicht aber die Zahl der einzelnen Fasern beeinträchtigt wird. Ersteres ist aber darum ohne alle nachtheilige Folgen, weil bei der beträchtlichen Länge der unversehrten Fasern jede gebrochene sofort durch ihre Kürze als solche sich kundgeben muss, auch ohne dass man nöthig hätte, die mikroskopische Prüfung des Endes vorzunehmen. Darin gerade besteht der Nachtheil des Gastrocnemius, dass in ihm Fasern von ungleicher und sehr geringer Länge enthalten sind, und dass es demnach immer einer umständlichen und zeitraubenden Untersuchung bedarf, um zu entscheiden, ob man im gegebenen Falle ein ganzes Faserindividuum oder nur das Bruchstück eines solchen vor sich habe. Das alles ist bei einem parallelfasrigen Muskel, wo sämmtliche Fasern gleich lang sind, nicht der Fall und für die Unversehrtheit des Primitivbündels ist die Länge desselben wenn nicht ein sichereres doch jedenfalls bequemeres Criterium als die Beschaffenheit des einen oder des andern Endes. Ausserdem ist aber der Wunsch, sich das unangenehme und langweilige Geschäft des Zählens möglichst abzukürzen, gewiss gestattet. Findet wirklich eine irgendwie namhafte Vermehrung der Elemente statt, so muss solche auch

am Muskel von geringerer Faserzahl scharf hervortreten und ich sehe also auch von dieser Seite keinen Grund, sich mit den barbarischen Zahlen des Gastrocnemius zu plagen. Bei solchen ist es freilich niemand zu verdenken, wenn er, wie Budge, mit der Untersuchung einzelner Individuen sich begnügt. Von diesen Gesichtspunkten aus habe ich nicht den Gastrocnemius sondern den Sartorius des Frosches gewählt. Zugleich befolgte ich die Vorsicht, denselben stets frisch unmittelbar nach dem Tode des Thieres in die Säure zu legen, um in Folge der sofort eintretenden heftigen und bleibenden Contraction jede Faser auf das Maximum ihres Querdurchmessers zu bringen. Wie sehr dadurch das Zählen erleichtert wird, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Wir wollen damit beginnen, die sämmtlichen gewonnenen Resultate übersichtlich zusammenzustellen. Wir werden sie dabei nach der von der Nasenspitze zum After gemessenen Länge des Frosches, welche zwar nicht für das Alter, aber für das Wachsthum einen bestimmten Anhaltspunkt giebt, anordnen. Vor allem aber mögen einige Versuche folgen, welche dazu bestimmt sind, das gegenseitige Zahlenverhältniss in den beidseitigen Muskeln ein und desselben Individuums festzustellen, ein Punkt, worüber meines Wissens keine positive Daten vorliegen, dessen Erledigung aber für verschiedene experimentelle Untersuchungen von Wichtigkeit werden kann. Es ergab sich Folgendes: *)

Länge des Frosches.	Faserzahl des Sartorius.	
(Vom After bis zur Nasenspitze.)	Rechts.	Links.
27 Mm.	380	380
39 „	331	332
43 „	415	422
45 „	345	345
45 „	379	379
48 „	516	516
67 „	546	522
68 „	406	416
73 „	509	491
80 „	423	413
80 „	420	426

*) Als Versuchsobject dienten promiscue Rana temporaria und R. esculenta, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass zwischen beiden für unsre Zwecke nicht der geringste Unterschied besteht.

Es mögen diese Beispiele genügen, um zu zeigen, wie gross die Uebereinstimmung zwischen den Muskeln der beiden Seiten ist. Die Schwankungen sind so gering, dass die Faserzahl als dieselbe betrachtet werden darf. In der folgenden Tabelle, welche das Zahlenverhältniss nach der Grösse berücksichtigt, sind natürlich statt der beidseitigen Werthe einfache Mittelwerthe eingeführt worden; in der Mehrzahl der Fälle wurde übrigens nur der Eine Muskel untersucht. Die Sache gestaltet sich dann folgendermassen:

Nummer des Versuches.	Länge des Frosches.	Faserzahl des Sartorius.
1	20 Mm.	327
2	22.5 „	369
3	23 „	339
4	26 „	328
5	26.5 „	433
6	26.5 „	410
7	27 „	380
8	30 „	404
9	30 „	450
10	38 „	402
11	39 „	331
12	40 „	440
13	40 „	339
14	40 „	423
15	40 „	390
16	41 „	353
17	42 „	438
18	42 „	365
19	43 „	418
20	43 „	329
21	44 „	416
22	45 „	460
23	45 „	345
24	45 „	379
25	46 „	395
26	46 „	311
27	48 „	516
28	49 „	450
29	52 „	420
30	52 „	379
31	52 „	478
32	52 „	439

Nummer des Versuches.	Länge des Frosches.	Faserzahl des Sartorius.
33	58 Mm.	405
34	59 „	379
35	60 „	507
36	62.5 „	470
37	63 „	436
38	63 „	380
39	64 „	554
40	64 „	512
41	66 „	546
42	67 „	534
43	67 „	520
44	68 „	411
45	69 „	412
46	70 „	463
47	70 „	523
48	71 „	572
49	72 „	490
50	73 „	500
51	75 „	475
52	80 „	418
53	80 „	423
54	81 „	493
55	81 „	648
56	87 „	579

Ein oberflächlicher Blick wird lehren, wesshalb es nöthig war, diese ganze Versuchsreihe unverkürzt mitzutheilen. Bevor wir unsre Schlüsse daraus ziehen, möge es gestattet sein, sie in der Weise zu vereinfachen, dass wir die Versuche nach einer Längendifferenz der Frösche von 10 zu 10 Mm. in Gruppen zusammenfassen und für eine jede einen Mittelwerth berechnen. Wir erhalten dann folgende Tabelle.

	Länge des Frosches.	Faserzahl des Sartorius.
I.	20—29 Mm.	369 (Min. 327 Max. 433).
II.	30—39 „	397 („ 331 „ 450).
III.	40—49 „	398 („ 311 „ 516).
IV.	50—59 „	417 („ 379 „ 478).
V.	60—69 „	489 („ 380 „ 554).
VI.	70—79 „	504 („ 463 „ 572).
VII.	80—89 „	515 („ 418 „ 648).

Es ist von Interesse, die letzte Versuchsreihe Budge's*) daneben zu setzen. Freilich entspricht die Millimeterzahl seiner Froschlänge nicht der unsrigen, da sie nur die Entfernung des Scheitels vom After bezeichnet, aber für das Endresultat ist solches gleichgültig.

Länge des Frosches.	Faserzahl des Gastrocnemius.
13 Mm.	1053
15.5 „	1336
17 „	1727
46 „	3434
80 „	5711

Die Abweichung zwischen Budge's und unsern eigenen Zahlen ist zu bedeutend, als dass besonders darauf hingewiesen werden müsste. Bei ihm verhalten sich die Endglieder der ganzen Reihe zu einander wie 1 : 5, bei uns nur wie 1 : 1,4. Das erstere Verhältniss berechtigt gewiss mit allem Fug und Recht zur Annahme einer thatsächlichen Vermehrung der Muskelfasern, das letztere erfordert eine genauere Prüfung, ob die geringe Zunahme eine wirkliche oder nur scheinbare sei.

Ueberblicken wir die oben mitgetheilte Reihe unsrer einzelnen Beobachtungen, so ist es nichts weniger als ein continuirliches Ansteigen, was sich darin bemerklich macht; es ist vielmehr ein buntes Auf- und Abspringen, das keine Regel befolgt. Wir haben es demnach mit rein individuellen Schwankungen zu thun. Um einen Begriff von deren Grösse zu gewinnen, genügen wenige Beispiele.

Nummer des Versuches.	Länge des Frosches.	Faserzahl des Sartorius.	Differenz der Faserzahl.
4	26 Mm.	328	105
5	26.5 „	433	
26	46 „	311	205
27	48 „	516	
38	63 „	380	174
39	64 „	554	
52	80 „	418	230
55	81 „	648	

*) a. a. O. in Moleschott's Unters.

Es geht daraus zur Genüge hervor, was von mittlern Zahlenwerthen zu halten ist, die aus so schwankenden Einzelwerthen berechnet wurden. In unserm Falle rein nichts, da die einzelnen Beobachtungsreihen viel zu kurz sind; es ist Zufall, dass die Mittelwerthe continuirlich aufsteigen und wenige Fälle genügen, um das Resultat einer ganzen Reihe geradezu umzukehren. Auf allen Altersstufen begegnen uns grosse und kleine Zahlen neben einander. Ja die kleinsten Frösche (5 u. 6 der Reihe) können selbst den grössten (52 u. 53) durchaus gleichkommen; kleine Frösche haben gar häufig eine bedeutend grössere Faserzahl als grössere und der kleinste überhaupt gefundene Werth (26 d. Reihe) gehört einem schon ziemlich grossen Frosche von 46 Mm. an. Es lässt sich allerdings nicht läugnen, dass die höheren Altersstufen im Allgemeinen mehr hohe Zahlen zeigen als die tieferen, und dass bei ihnen die niedrigen Zahlen weniger tief sinken als bei den letztern. Darauf könnte der Gedanke sich stützen, dass in der That eine fortschreitende Vermehrung stattfinde, dass aber gleich bei der Anlage des Muskels sehr beträchtliche individuelle Schwankungen sich geltend machten. So wäre es denn wohl möglich, dass das Endglied der tieferen Reihe unmittelbar an das Anfangsglied der höheren sich anschlösse. Der 26.5 Mm. lange Frosch 5 mit 433 Fasern würde demnach dem 81 Mm. langen Frosche 55 mit 648 Fasern, der 20 Mm. lange Frosch 1 dagegen mit 327 Fasern dem 80 Mm. langen Frosche 52 mit 418 Fasern entsprechen. Immerhin wäre die Vermehrung noch klein genug. Allein der ganze Gang unsrer Reihe widerspricht auch dieser Hypothese. Es fehlt nämlich das gleichmässige Ansteigen der kleinsten Zahlen; ziemlich grosse Frösche differiren von den kleinsten gar nicht oder in einem so geringen Grade, dass es nicht in Betracht kommt; ja wir haben sogar einen Fall kennen gelernt, wo ein grosser Frosch von allen kleinern überflügelt wird. Hier könnte uns also nur die Annahme helfen, dass es bei den kleinen Fröschen noch geringere Zahlenwerthe als die beobachteten gebe, dass dieselben aber zufällig uns nicht in die Hände gekommen seien. Es ist kein Grund vorhanden, diess für unmöglich zu erklären. Aber man wird uns zugeben, dass die entgegengesetze Annahme nicht minder berechtigt ist, die nämlich, dass es bei den kleinsten Fröschen noch grössere Zahlenwerthe als die gefundenen gebe, und dass dieselben ebenfalls durch Zufall uns entgangen seien. Und in Anbetracht aller Umstände, in Anbetracht namentlich der mächtigen individuellen Schwankungen und der unbedeutenden Vermehrung, welche nach den mitgetheilten Zahlen überhaupt

vorkommen könnten, stehen wir keinen Augenblick an, dieser Annahme entschieden den Vorzug zu geben, ja dieselbe sogar als Gewissheit zu betrachten. Wir wollen darauf kein grosses Gewicht legen, dass die äusserst feinen Fasern der kleinsten Frösche leicht übersehen werden und also bei der Zählung verloren gehen können; wir hoffen vielmehr, dass bei der grossen Sorgfalt, die wir diesem Punkte gewidmet haben, diese Fehlerquelle eine sehr geringe sei. Wir halten uns an eine andere sehr einfache und unseres Bedünkens nothwendige Betrachtung. Die höchsten Zahlen der kleinen Frösche entsprechen, wie wir gesehen haben, den niedrigsten der grössten. Es ist klar, dass wenn bei kleinen Fröschen eine ebenso grosse Zahl gefunden würde wie bei grossen, alle Differenzen als individuelle Schwankungen müssten aufgefasst werden. Eine solche Zahl ist nicht gefunden worden; aber sind wir deshalb berechtigt, ihr Vorkommen zu läugnen? Dass zwei Froschlarven unter anscheinend gleichen Bedingungen zu sehr verschieden grossen Thieren sich auszubilden vermögen, ist bekannt. Warum aber der eine Frosch beträchtlicher wächst als der andere, wir wissen es nicht; nur so viel scheint über allen Zweifel erhaben, dass die Endursache in einer Verschiedenheit der Organisationsverhältnisse zu suchen ist. Der grössere Frosch ist der bevorzugtere und bei der Gleichartigkeit der Entwickelung aller seiner Theile müssen auch alle seine Organe in gleicher Weise bevorzugt sein. Ich habe mich überzeugt, dass die gewaltigen Frösche der Spreeniederungen bei Berlin eine grössere Faserzahl im Sartorius besitzen als die weitaus kleinern unsrer Gegend (Basel); die Species ist keine verschiedene. Demnach ist es auch wahrscheinlich, dass dem grossen Frosche gleich anfänglich an Fasern reichere Muskeln zugetheilt sind, als dem kleinern. Je grössere Thiere wir also unsern Versuchen unterwerfen, um so grösser wird die gefundene Faserzahl sein, nicht weil sie mit dem Wachsthum zugenommen hätte, sondern weil sie in diesen Individuen zu allen Zeiten eine grössere war. Bei kleinern Thieren dagegen treffen wir noch promiscue auf grosse und auf kleine Faserzahlen: wir haben die ganz grossen freilich nicht erhalten, aber das spricht nicht gegen unsre Anschauungsweise und es wäre sogar ein wahres Wunder gewesen, wenn wir sie gefunden hätten. Unter vielen Fröschen sind es immer nur sehr wenige, denen das Glück zu Theil wird eine ungewöhnliche Grösse zu erreichen, unter hundert vielleicht einem oder meinethalb auch mehreren. Aeusserlich sind aber diese von den andern nicht zu unterscheiden und

deshalb bedarf es eines glücklichen Zufalls oder aber sehr zahlreicher Versuche, um einen solchen zu Gesicht zu bekommen. Später wählt sie uns die Natur selbst aus. Aus diesem Grunde werden auch die Mittelzahlen der oben gebildeten Gruppen unter allen Umständen eine nach oben mehr oder minder ansteigende Reihe bilden müssen und nur die Grenzwerthe werden sich schliesslich decken.

Fassen wir schliesslich alles bisherige kurz zusammen, so ergiebt sich als unmittelbares Resultat unsrer Zahlenreihen, dass eine Vermehrung der Muskelfasern auf keinen Fall in dem Maasse stattfindet, wie von Budge behauptet worden ist. Berücksichtigen wir dann aber noch jeden einzelnen Fall, so müssen wir auch die aus unsern Versuchen sich ergebende geringe Vermehrung als eine nur scheinbare bezeichnen und zu der alten Lehre zurückkehren, dass eine Vermehrung der Muskelfasern während des Wachsthums eines Thieres nicht stattfinde. — Worauf es beruhen mag, dass Budge zu dem entgegengesetzten Resultat gekommen ist, weiss ich nicht. Dass Muskeln mit schiefem Faserverlauf sich anders verhalten sollten als solche mit geradem, ist nicht wohl glaublich. Unbestreitbar aber scheint es mir, dass der Sartorius zur Entscheidung der Frage günstigere Bedingungen bietet als der Gastrocnemius. Desshalb fürchte ich auch keinen Tadel darüber, die Angaben Budge's nicht an seinem eigenen Versuchsobjecte geprüft zu haben.

Schon seit Langem ist es bekannt, dass der Querdurchmesser der einzelnen Muskelfasern mit dem Alter zunimmt und zwar in einer Weise, dass die Volumenszunahme des ganzen Muskels dadurch gedeckt wird. Es geht übrigens aus unsern obigen Erfahrungen hervor, dass vergleichende Messungen an verschiedenen Individuen äusserst schwankend ausfallen müssen; denn ceteris paribus muss sich die Dicke der einzelnen Fasern umgekehrt wie die Gesammtsumme derselben verhalten. So kann es denn kommen, dass das Gesetz sich scheinbar geradezu umkehrt, und dass ein armfasriger jüngerer Muskel absolut dickere Muskelfäden besitzt als ein reichfasriger älterer; und es müssten demnach, um zu genauen Resultaten zu gelangen, eigentlich immer beide Verhältnisse gleichzeitig berücksichtigt werden. Aber abgesehen hiervon sind die Fäden ein und desselben Muskels nur selten einigermassen gleichartig entwickelt, und oft in ihren Durchmessern selbst auffallend von einander verschieden. Besonders finden sich in der Mehrzahl der Objecte eine grössere oder geringere Anzahl von Fasern, die von allen andern durch Dünnheit oder Schmächtigkeit

auffallen. Für diese ist in neuerer Zeit von Weismann*) behauptet worden, dass sie jüngern Datums und erst während des Wachsthums des Muskels durch secundäre Bildung entstanden seien. Demnach gelangte dieser Forscher von einer andern Seite her zu demselben Endziele wie Budge, nämlich zu einer absoluten Vermehrung der Elemente eines wachsenden Muskels und es soll solches durch Längstheilung der bereits vorhandenen Muskelfasern unter eigenthümlichen Verhältnissen, auf die schon Budge früher theilweise aufmerksam gemacht hatte, geschehen. Letzterer hat denn auch nicht verfehlt, gegen die Arbeit von Weismann Einsprache zu erheben und das Prioritätsrecht für sich in Anspruch zu nehmen. Wenn wir uns trotzdem im Folgenden an die Arbeit des erstern halten, so geschieht es nur, weil hier die ganze Theorie am ausführlichsten begründet ist; den Ansprüchen Budge's wollen wir damit nicht zu nahe treten.

In Anbetracht unsrer obigen Erfahrungen, die gegen eine Vermehrung der Muskelfasern sprechen, können wir schon von vornherein einer Theorie nicht besonders günstig gestimmt sein, welche sich die Aufgabe stellt, den Weg, auf dem jene zu Stande kommt, zu erklären. Indessen fällt solches ausser Betracht, wenn es nicht gelingt, unabhängig davon aus dem histologischen Befunde selbst unsre Opposition zu begründen. Freilich ist der beschriebene Prozess ein derartiger, dass eine „recht bedeutende Vermehrung" der Muskelfasern statt finden müsste, und dass eine Uebereinstimmung mit unsern Befunde nur dann erzielt werden könnte, wenn eine ebenso bedeutende Zerstörung der ältern Fasern stattfände. Solches ist aber bis jetzt nichts weniger als thatsächlich erwiesen und die wenigen verfetteten und degenerirten Fasern, die man hin und wieder in einem Muskel antrifft fallen nicht in's Gewicht. Wir wollen uns auch dabei nicht aufhalten, zu untersuchen, was wahrscheinlicher ist, ob dass sämmtliche Fasern eines Muskels gleichmässig oder ungleichmässig sich entwickeln, dass sämmtliche gleich rasch wachsen oder aber einige im Wachsthum hinter den andern zurückbleiben. Der Verfasser hält letzteres nicht für wahrscheinlich. Abgesehen davon, dass die Wahrscheinlichkeitsrechnung in der heutigen Histologie noch gar schlechte Geschäfte machen möchte, bin ich der entgegengesetzten Meinung. Beinahe jeder Blick ins Mikroskop kann uns von der ungleichartigen Entwicklung gleicher Elemente überzeugen, und dass die Muskelfasern in der Entwicklung

*) a. a. O. in der Zeitschr. f. rat. Med. 3. Reihe Bd. X. p. 263.

nicht gleichen Schritt mit einander halten, das geht aus des Verfasers eigener Beobachtung hervor, welcher den Theilungsprozess nur sehr vereinzelt durch den Muskel hindurch auftreten sah, während er doch nach seiner Anschauungsweise folgerichtig an allen Fasern wenn nicht ganz, doch wenigstens nahezu gleichzeitig sich vollziehen müsste. Es liegt demnach auch, sobald die Richtigkeit dieses Vordersatzes angefochten wird, nicht der geringste Grund vor, ein Bündel feiner Primitivfasern deshalb für Theilungsprodukt einer ältern einfachen Faser zu halten, weil sie feiner als andere sind und an irgend einer Stelle ihres Verlaufes von Bindegewebsfäden zusammengehalten werden. In dem abgebildeten Präparate (a. a. O. Taf. VI. Fig. 3.) liessen sich die Fasern durch Druck auf das Deckgläschen nicht von einander trennen; aber es genügt, den unbefangenen Beobachter auf die Zeichnung zu verweisen, um ihm die Ueberzeugung zu verschaffen, dass bei längerer Einwirkung des isolirenden Mittels das ganze Bündel mit Sicherheit auseinander gefallen wäre. Der Verfasser benutzt die Kalilauge; unter den dreissigtausend Muskelfasern, die ich durch Salzsäure isolirt habe, ist mir kein einziges Mal ein Bild vorgekommen, das auch nur von ferne an das beschriebene erinnert hätte.

Der Prozess der Theilung selbst wird in der Art beschrieben, dass im Innern einer Muskelfaser zuerst eine einfache Kernsäule sich bildet, um welche herum dann das Primitivbündel in feinere Fasern sich zerspaltet. Wo eine mehrfache Kernsäule auftritt, da schreitet dem geschilderten Vorgange die Zerklüftung zu Fasern mit einfacher Kernsäule voraus. Nach Ablauf des ganzen Vorganges geht das Stück mit der Kernsäule zu Grunde, während die abgespaltenen Stücke weiter wachsen. Man kann gewiss gegen die allgemeinen Gesetze der Histologie sehr skeptisch sich verhalten und die volle Ueberzeugung hegen, dass künftige Forschungen die meisten, ja vielleicht alle unsre jetzigen Anschauungsweisen mehr oder weniger umändern werden, und doch finden, dass der Weismann'sche Theilungsprozess des Abenteuerlichen gar zu viel enthält. Wir müssen uns hier vor allem darüber klar werden, welche Bedeutung wir einer quergestreiften Muskelfaser zu geben Willens sind. Entweder ist sie, wie ich vollkommen überzeugt bin, ein complicirteres durch das Zusammenwirken einer Mehrzahl von einfachen zelligen Gebilden erzeugtes Organ und dann ist unsern jetzigen Kenntnissen zufolge, eine Theilung derselben ebenso unwahrscheinlich, wie diejenige einer Nervenfaser oder eines Blutgefässes; oder aber sie ist

eine einfache freilich eigenthümlich entwickelte Zelle, und dann ist es geradezu unglaublich, dass diese Zelle in dem sonst so gleichartig verlaufenden Theilungsprozesse eine so absonderliche und ohne alle Analogie dastehende Stellung einnehmen sollte. Sonst bildet der Kern den Mittelpunkt des Theilungsprozesses; hier vermehrt er sich ganz ausserordentlich, um nachher zu Grabe getragen zu werden. Vom theoretischen Gesichtspunkte aus liessen sich dagegen wohl subjective Ansichten, nicht aber Beweise vorbringen, und so wollen wir uns denn einfach an das nackte Beobachtungsmaterial halten. Den Hauptbeweis für das Untergehen der Kernsäule findet Weismann darin, dass sie in den bereits besprochenen Bündeln feiner Fasern fehlt; ausserdem aber hat er wiederholt in stark wachsenden Muskeln Fasern mit Kernreihen gesehen, die ihes eigenthümlichen Verhaltens wegen ihm in Begriff schienen, zu zerfallen. Es mag dahin gestellt bleiben, wie weit letzterer Schluss gerechtfertigt ist, wie weit das angewendete Reagens an der Erzeugung solcher Bilder Antheil haben mag, für das in Rede stehende Verhältniss ist die ganze Sache ohne allen Belang, da unter gegebenen Verhältnissen eine kernreiche Muskelfaser ebenso gut untergehen kann, als eine kernarme. Es handelt sich auch gar nicht darum diess zu constatiren, sondern um den Beweis, dass das nach der Theilung zurückbleibende Centralstück verloren geht. Darüber können uns nur die Faserbündel Aufschluss geben. Aber hier schliesst der Verfasser in eigenthümlicher Weise. Die Fasern müssen junge sein, weil sie dünner sind als andere; freilich sollte sich ein Ueberrest der Stammfaser vorfinden; er ist nun nicht vorhanden, also muss er untergegangen sein, um nicht durch sein Fehlen die ganze Theorie zu verdächtigen. Mit Hülfe der nöthigen Hypothesen lässt sich bekanntlich Alles beweisen. Von den trüben körnigen Massen, welche die letzte Spur der untergegangenen Kernsäule darstellen sollten, wollen wir lieber gar nicht sprechen, da uns die Kalilauge auch ohne solche für deren Bildung zu sorgen scheint. Unglücklicher Weise macht der Verfasser selbst auf einen Punkt aufmerksam, der ihm vielleicht Zweifel an der Richtigkeit seiner Anschauung hätte erregen können. Er hebt nämlich hervor, dass die Muskelfasern stets in ihrer ganzen Länge sich theilen und dass demnach auch den jungen Fasern dieselbe Länge wie den alten zukomme. Nach den beigefügten Zeichnungen aber ist solches nicht der Fall (Fig. VI. VII. VIII.). Der Verfasser hilft sich freilich damit, dass er alle diese kurzen Stücke für abgerissene Enden erklärt. Theilweise

mögen sie es sein und dann ist es nur ein Beweis, dass die Substanz von der Kalilauge bereits gar sehr afficirt war; alle aber sind es ganz bestimmt nicht, wenigstens nach der Zeichnung zu urtheilen, und dann ist die Länge der neugebildeten Fasern eine ungleiche. Dem widerspricht jedoch der Befund an isolirten Fäden. Ich selbst habe diese Bilder bereits vor den Mittheilungen des Verfassers vielfach gesehen und auch seither einer sorgfältigen Prüfung unterworfen; das Schlussresultat war auch immer dasselbe, dass nämlich diese Spaltungen sämmtlich reines Kunstprodukt sind, mögen sie nun näher oder entfernter vom Rande verlaufen. Hat das Kali nur einigermassen stärker eingewirkt, so genügt das Auflegen des Deckgläschen und ein leichter Druck, sie hervorzurufen. An Salzsäurepräparaten, die ich frei ohne Deckgläschen untersuchte, habe ich sie nie gesehen; übrigens finden sie sich auch an Fasern ohne Spur einer Kernsäule; bei letztern freilich häufiger, allein aus ihrer grösseren Zartheit und namentlich ihrem häufig bandartigen Charakter erklärt sich solches genugsam. So kann es denn nicht auffallen, dass der Verfasser zuweilen Kerne frei in solchen Rissstellen beobachtet hat, ein Befund, der sonst ebenfalls ausser aller Analogie dastände. Wir haben freilich schon oben gesehen, wie die Kerne gar billig preisgegeben werden.

Weismann stützt schliesslich seine Theorie noch auf die schon seit längerer Zeit mehrfach beobachteten verästelten Fasern, die er als in dem Theilungsprozesse stehen gebliebene aufgefasst wissen will. Aber auch hiefür scheint kein genügender Grund vorzuliegen. Der Verfasser hat überhaupt nur die einfachsten dichotomischen Formen gesehen; aber daneben giebt es noch häufig andere, trichotomische (Fig. 2.) oder selbst solche mit secundärer Theilung (Fig. 4.). Hierbei sind die Endäste entweder an Umfang einander gleich oder aber der eine verhält sich durch seinen beträchtlichen Durchmesser als Fortsetzung des Stammes, an den die andern dann nur wie einfache Seitenäste sich anlehnen (Fig. 3.). Nicht selten zieht sich auch der eine oder andere schlank zu einer feinen Spitze aus (Fig. 1. u. 3.), welche dann entweder die Länge der andern Aeste erreicht oder aber mehr oder weniger dahinter zurückbleibt und um so deutlicher als seitliches Anhängsel hervortritt. Auch hier hätte also eine zu kurze junge Faser entstehen müssen, da von einem Abreissen nicht die Rede sein kann. Regel ist, dass nur das Eine Muskelende auf diese Weise getheilt ist; doch habe ich einen Fall beobachtet, wo solches von beiden Seiten her stattfand. Verfolgen

wir derartige Fasern durch das ganze Muskelsystem hindurch, so sehen wir, dass ihr Vorkommen ein sehr verbreitetes ist; zugleich finden wir an gewissen Stellen eine bestimmte Entwicklungsrichtung darin, dass die Theilungen reicher und mannigfaltiger werden, bis endlich die ganze Erscheinung in der Zunge des Frosches ihren Gipfelpunkt erreicht. Wenn man die ganze Reihe übersieht, so kann kein Zweifel über deren continuirliches Fortlaufen obwalten. Demnach hat auch die einfachste Theilung dieselbe Bedeutung wie die complicirteste. Ist jene als ein stehen gebliebener Prozess aufzufassen, so ist es auch die letztere; doch zweifle ich stark, dass jemand die Ramificationen der Froschzungenfasern in diesem Sinne wird deuten wollen. Fasst man aber diese als ursprüngliche Bildung auf, so muss man es auch für die einfachen Verästelungen thun, und es verliert also auch von dieser Seite die Weismann'sche Theorie jegliche Stütze. — Die Zahl solcher verästelter Fasern ist im Sartorius nie sehr gross; oft findet sich in einem Muskel keine einzige, dann aber kommen deren zwei bis drei, ja zuweilen noch mehr zum Vorschein.

Die Wichtigkeit, welche der Verfasser der centralen Kernsäule als dem sichersten Kriterium beginnender Theilung beilegt, veranlasst uns, auch darauf noch ein specielles Augenmerk zu richten. Es ist gewiss bedenklich, dass derartige Kernreihen auch in den verästelten Muskeln der Froschzunge sich vorfinden, bedenklicher, dass eine einfache Kernsäule in dichotomisch getheilten Fasern, wie ich beobachtet habe, ebenfalls dichotomisch in die Aeste ausläuft, am aller bedenklichsten aber, und das hat Weismann nicht gesehen oder wenigstens spricht er nicht davon, dass eine solche Kernsäule gar nicht immer durch die ganze Länge einer Muskelfaser sich hindurchzieht. Letzteres geschieht in eigenthümlich gestalteten Fasern, von denen ich mich nicht erinnere, dass sie irgendwo erwähnt worden wären (Fig. 5.), wenn sie nicht vielleicht von frühern Beobachtern zu den einfach spindelförmig ausgezogenen Fasern gerechnet worden sind. Es sind diess nämlich Primitivbündel, welche die normale Länge der übrigen besitzen, die aber an irgend einer Stelle ihres Verlaufes ihren Durchmesser ziemlich plötzlich derart ändern, dass sie aus einem dicken und aus einem dünnen Stücke zusammengesetzt erscheinen. Es findet sich in solchen Fasern fast immer eine Kernsäule, aber sie beschränkt sich weitaus in der Mehrzahl der Fälle auf das dünnere Stück, während, wie die beigefügte Abbildung lehrt, das dickere nur die normalen Kerne enthält. Wie ist

solches zu deuten? Man könnte sagen, die Kernsäule wachse von der einen Hälfte aus und schiebe sich allmälig in die andere hinein; aber dann wäre es doch wahrhaft merkwürdig, dass der Zufall gerade nur solche Fasern zur Beobachtung hätte kommen lassen, wo die Kernsäule in der dünnen Hälfte begonnen hatte, und fast noch merkwürdiger, dass das Wachsthum immer nur bis gerade zu der Grenze zwischen beiden Hälften gediehen war. Immerhin läge solches am Ende im Bereiche der Möglichkeit, obwohl nicht einzusehen ist, wie eine Faser, die von der in ihr enthaltenen Kernsäule fast ausgefüllt ist, sich noch in der geforderten Weise theilen soll. Vielleicht ist man auch geneigt, zuzugeben, dass die Kernsäule zuweilen kürzer bleibt als die ganze Faser; aber, will man consequent sein, so muss man dann auch zugeben, dass die Theilung nur in dem kernsäulenhaltigen Stücke erfolge. Wir sehen davon ab, dass Weismann gegen ein solches partielles Zerfallen sich des bestimmtesten ausspricht; denn offenbar könnten derartige Fasern als Ueberrest eines solchen Vorganges und als Beweis dafür aufgefasst werden. Freilich müssten dann die jungen kurzen Fasern daneben liegen und davon habe ich nichts gesehen. Aber noch von andrer Seite her erheben sich dagegen Bedenken. Es muss nämlich nach Weismann schliesslich das kernhaltige Stück verloren gehen. Wie verhält sich nun der dicke Abschnitt, der an der Theilung sich nicht betheiligt hatte? Geht er mit verloren oder bleibt er mit zurück? Zum erstern scheint er, seinem äussern Ansehen nach zu urtheilen, wenig Lust zu haben, gegen letzteres spricht der Umstand, dass, wenigstens meinen Erfahrungen zu Folge, derartige Amputationsstümpfe nicht gefunden werden. Aus dem Dilemma würde nur die Hypothese retten, dass in solchen Fällen das kernsäulenhaltige Stück sich erhält. Noch schwieriger für Weismann's Theorie aber ist ein Fall, der mir freilich nur einmal vorgekommen ist, wo nämlich eine Faser in der Mitte dünn, dagegen an beiden Enden verdickt war. Letztere besassen gewöhnliche Kerne, in ersterer waren sie zu einer dichten centralen Reihe angehäuft. Fassen wir überhaupt alles zusammen, so müssen wir zu der Ueberzeugung kommen, dass eine Menge von Thatsachen und Beobachtungen mit Weismann's Theorie gar nicht oder nur mit Hülfe einer fortschreitenden Kette von Hypothesen in Einklang zu bringen sind. Es finden sich dieselben centralen Kernreihen in den jungen Fasern während ihrer ersten Entwicklungsstadien, sie finden sich durch das ganze Leben hindurch bei vielen niedern

Thieren. Ich halte es demnach für möglich, ja für wahrscheinlich, dass wir es mit einem reinen Wachsthumsphänomen zu thun haben, und dass, wie schon Budge*) vermuthet hat, diese Kernwucherungen in Verbindung mit der Bildung von contractiler Substanz zu bringen sind. Die plötzlich verschmälerten Fasern würden dafür sprechen, dass diese Ausbildung unter Umständen stossweise in der Muskelröhre fortschreitet. Auch Weismann's eigene Angaben über reichliche Kernwucherung in den Muskelfasern der Vorderbeine männlicher Frösche im Frühjahr, sowie pathologische Vorgänge finden auf diese Weise eine einfache und genügende Erklärung. Eine andere Deutung für diese Kernreihen ist in neuerer Zeit von Kühne**) versucht worden, indem er glaubte, dieselben als Endapparat der Nerven auffassen zu dürfen. Aus dem Gesagten geht wohl unzweifelhaft hervor, dass davon nicht die Rede sein kann.

So wären wir denn zu dem Endresultate gelangt, dass nicht Ein Punkt aus Weismann's Theorie stichhaltig ist, und auch von dieser Seite hätten wir eine Stütze für den ausgesprochenen Satz erworben, dass eine Vermehrung der Muskelfasern in Folge normalen Wachsthums nicht vorkomme.

Es gilt im Allgemeinen als Regel, dass im Sartorius die einzelnen Fasern von einem Sehnenende zum andern laufen; es sind indessen auch Fälle anderer Art nicht selten, wo nämlich die einzelne Faser kürzer als der Muskel ist, doch so, das stets die eine Seite an die Sehne sich anlehnt. Weismann behauptet (p. 269), solches sei beim Frosche so selten, dass es nicht in Betracht komme. Bei genauer Prüfung stellt sich diess indessen etwas anders heraus. Allerdings fanden sich unter 56 Fällen kurze Fasern nur bei 8, hier aber theilweise in sehr bedeutender Zahl, wie folgende Zusammenstellung lehrt.

	Zahl der langen Fasern.	Zahl der kurzen Fasern.
1	432	8
2	439	72
3	489	3
4	508	30
5	410	4
6	327	106
7	495	50
8	335	8

*) a. a. O. im Arch. f. phys. Heilkunde von C. A. Wunderlich.

**) Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanzen. Arch. f. Anat. und Phys. 1859. p. 575.

Besondere Beziehungen zum Alter und zur Grösse liessen sich nicht erkennen. Ueber den Wechsel in der Form müsste ich dasselbe wiederholen, was bereits über die langen Fasern gesagt worden ist. Mehr oder weniger schlank zulaufend endigen sie in einer einfachen oder in einer getheilten Spitze. Dabei ist es merkwürdig, dass stets zwei kurze Fasern sich derart mit ihrer Spitze an einander legen, dass sie zu einer einfachen Faser von der Länge des ganzen Muskels sich ergänzen. Offenbar hat daher jede kurze Faser nur den Werth einer halben langen und in den oben mitgetheilten Zahlenreihen ist insofern darauf Rücksicht genommen worden, als stets zwei kurze Fasern als eine einfache gezählt worden sind. Es ist hervorzuheben, dass diese kurzen Fasern, wo sie in grösserer Menge vorhanden sind, nicht zerstreut zwischen den übrigen Fasern sich vorfinden, sondern dass sie in grösseren, zuweilen in einer einzigen Gruppe, welche aller langen Fasern entbehrt, zusammenliegen. Besonders auffällig war diess in dem merkwürdigen unter 6 mitgetheilten Falle. — Spindelförmige Elemente, welche nach beiden Seiten hin das Sehnenende nicht erreicht hätten, habe ich nie angetroffen.

Es mag nicht überflüssig sein, noch besonders darauf aufmerksam zu machen, welch treffliche Dienste die Salzsäure zu leisten vermag, wo es sich um die Untersuchung des mit Trichinen infizirten Muskelfleisches handelt. Die Thierchen werden nur wenig davon angegriffen, und die isolirten Muskelfasern gestatten es, mit der grössten Leichtigkeit die in neuerer Zeit aufgedeckten Verhältnisse zu verfolgen.

Schliesslich erfülle ich eine Pflicht der Dankbarkeit, indem ich erwähne, dass die beigefügten Zeichnungen von meinem Freunde, Herrn Dr. Socin in Basel, nach der Natur entworfen worden sind.

Ueber das Vorkommen von Theilungen der Muskelfasern in der Zunge der Wirbelthiere und des Menschen.

Von

Th. Rippmann, Stud. med. in Basel.

Die schon lange bekannten verästelten Muskelfasern der Froschzunge haben ihre scheinbare Ausnahmsstellung verloren, seitdem ähnliche Bildungen nicht allein in der Zunge anderer Thiere, sondern auch in der allgemeinen Körpermuskulatur nachgewiesen worden sind. Ersteres ist von Herzig und Biesiadecki*) geschehen und zwar in der Weise, dass sie in den zuvor gekochten Zungen die Muskelfasern durch Einlegen in Glycerin isolirten. Ihre Angaben sind um so mehr geeignet, zu weiterer Forschung anzuregen, als aus ihrer Abhandlung nicht klar wird, ob dieselben auch auf den Menschen zu beziehen sind. Henle**) wenigstens scheint entgegengesetzter Meinung zu sein und Frey***) sagt sogar ausdrücklich, dass es noch nicht gelungen sei, Theilungen in den Muskelfasern der Menschenzunge wahrzunehmen. Kölliker†) hatte schon früher zu keinem entschiedenen Resultate gelangen können. Gern folgte ich daher der Aufforderung des Herrn Dr. Aeby, die Sache einer erneuten Prüfung zu unterwerfen. Ich benutzte dazu die von ihm für die Isolirung der Muskelfasern empfohlene Salzsäure, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die zierlichen Muskelbäumchen der Froschzunge dadurch bis zu ihren feinsten Verästelungen frei erhalten

---

*) Die verschiedenen Formen der quergestreiften Muskelfasern. Sitzungsberichte der kais. Acad. zu Wien. Mathematisch-naturwissenschaftl. Klasse. Bd. 33. p. 147. Wien. 1859.

**) Zeitschr. f. rat. Medizin. 3. Reihe. 6. Bd. (Jahresber. f. 1858). p. 72.

***) Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig. 1859. p. 356.

†) Mikroskopische Anatomie. 2. Bd. 2. Abtheil. Leipzig. 1854. p. 19.

werden. Die Dauer der Maceration richtet sich natürlich nach der Grösse der Zunge und nach der Concentration der Säure. In meinen Versuchen schwankte sie zwischen 1 und 2 Tagen. Um vor Täuschungen sicher zu sein, überzeugte ich mich, dass niemals Neigung zu fibrillärem Zerfall durch das genannte Mittel eintrat, dass vielmehr ohne Ausnahme die Rissstellen quer verliefen, eine Theilung in der Längsrichtung also auch als eine bereits in der Anlage vorhandene natürliche betrachtet werden muss.

An niedrigeren Thieren stehen mir nur wenig Beobachtungen zu Gebote. Triton cristatus schliesst sich insofern zunächst an den Frosch an, als auch bei ihm baumförmige Verzweigungen der Muskelfasern, obwohl einfacherer Art, nicht selten sind; doch finden sich daneben in grosser Zahl einfache, stumpf oder zackig auslaufende Enden. Bei einer Coluberart endigten viele Fasern einfach spitz; andere dagegen zeigten Einkerbungen von verschiedener Tiefe und selbst entschiedene, obwohl nur kurze, di- und trichotomische Theilung. Aehnlich war auch das Vorkommen bei Testudo europaea. Secundäre Theilung konnte ich auch hier nie beobachten, dagegen fiel mir die Menge der peitschenförmig auslaufenden Muskelfasern auf.

Von Vögeln habe ich nur das Huhn untersucht. Von Theilungen lag keine Spur vor, vielmehr endigten sämmtliche Fasern einfach zugespitzt oder stumpf abgerundet.

Von Säugethieren habe ich das Kalb, das Schaf, die Ziege, die Katze und die Fledermaus geprüft, und bei ersterem die Angaben von Herzig und Biesiadecki durchaus bestätigt gefunden. Die gewöhnliche Form der Faserenden ist eine ungleich gesägte, die verhältnissmässig selten zu einer tiefer gezackten sich umwandelt. Beinahe noch geringfügiger sind diese Erscheinungen bei der Fledermaus, wo gewöhnlich nur zwei kurze aber deutliche Zacken hervortreten. Bei den drei übrigen Thieren dagegen tritt die Theilung sehr ausgeprägt auf, theils als wirkliche Verästelung, theils als einfache Zerklüftung in eine grössere oder geringere Anzahl längerer oder kürzerer Zacken. Ersteres gilt namentlich für das Schaf, wo die primären Theilungsäste gar häufig solche von secundärer Ordnung erzeugen. Die Zahl der Endäste war unter allen Umständen eine ganz ausserordentlich wechselnde und es liessen sich alle möglichen Uebergangsstufen von einfach dichotomischen zu hand- und selbst büschel- oder pinselförmigen Formen nachweisen. Solches war innerhalb ein und derselben Zunge der Fall, und überhaupt muss berücksichtigt

werden, dass stets die verschiedenartigsten, sowohl einfachen, als getheilten Formen von Faserenden bunt gemischt nebeneinander liegen.

Was endlich den Menschen anbetrifft, so schliesst er sich durchaus den besprochenen Fällen an. Mit Leichtigkeit liess sich nachweisen, wie einfache Muskelfasern in 2, 3 und selbst 4 ziemlich lange aber einfache Aeste ausliefen.

Halten wir die Erfahrungen der beiden genannten Forscher mit unseren eigenen zusammen, so lässt sich wohl nicht bezweifeln, dass das Vorkommen von Theilungen in den Muskelfasern der Zunge ein sehr verbreitetes ist, wenigstens bei den Geschöpfen, wo letztere einen hohen Grad von Weichheit und Biegsamkeit besitzt. Eine solche Vermehrung der Angriffspunkte für die einzelne Muskelfaser ist für die Formveränderung und demnach für die Verrichtung des Organs wohl nicht ohne Bedeutung.

Die mitgetheilten Resultate sind unter der Leitung des Herrn Dr. Aeby gewonnen worden; derselbe hatte die Güte, von deren Richtigkeit durch Prüfung meiner Präparate sich zu überzeugen.

Neue Beobachtungen über das basale Ende der Zellen des Cylinderepithels.

Von

E. Wiehen in Göttingen.

(Hierzu Tafel II.)

Schon im Jahre 1841 beschrieb Henle in seinem klassischen Werke über allgemeine Anatomie an dem basalen Ende der Cylinder des Dünndarmepithels die von der übrigen Zelle abgesonderte Schicht, welche nachher der Gegenstand so vielfacher Discussionen der Physiologen und Histologen geworden ist. Als später eine exactere Physiologie sich eingehender mit der Frage beschäftigte, wie die Aufsaugung der nährenden und hauptsächlich der im Wasser unlöslichen Stoffe im Darm zu Stande komme und man in die Epithelcylinder die ersten Anfänge des Saugadersystems hineinverlegte, fing man an, über jene von der übrigen Zelle sich abgrenzende Schicht teleologische Hypothesen zu machen. Hauptsächlich Kölliker, Donders und Brücke nahmen sich der Sache an und vertheidigten ihre Ansichten darüber gegeneinander in verschiedenen Arbeiten.

Kölliker wollte die ganze Erscheinung durch endosmotisches Aufquellen der Zellen erklären, während Donders die Basalschicht einfach für die an diesem Ende verdickte Zellmembran hielt, und Brücke behauptete, die Zellen seien an ihrer Basis gar nicht geschlossen, und die hier wahrgenommene Basalschicht sei nichts anderes, als hervorgequollener Zelleninhalt, der gar keine Hülle besitze. Ueber diese drei Ansichten wurde noch lebhaft gestritten, als ziemlich gleichzeitig Funke*) und Kölliker**) auf eine Querstreifung

---

*) Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 7. p. 315.

**) Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Bd. VI. 1856. p. 253.

in der von Henle beschriebenen Basalschicht aufmerksam machten. Funke enthielt sich noch einer physiologischen Deutung derselben, während Kölliker jetzt seine frühere Ansicht fallen liess, und behauptete, die Querstreifung der Basalschicht sei als der optische Ausdruck von feinen Porenkanälchen anzusehen, welche die Basalmembran der Zellen durchsetzten und dieselben zur Aufnahme ungelöster fester Stoffe befähigten. Donders*) trat sofort dieser Ansicht bei, während Moleschott**), der Versuche über die Aufsaugung ungelöster Stoffe im Darm gemacht hatte, die alte Brücke'sche Ansicht vertheidigte und noch immer behauptete, die fraglichen Zellen seien an ihrer Basis nicht geschlossen und die allerdings nicht zu läugnende Querstreifung beruhe darauf, dass die Basalschicht aus kleinen pallisadenartig um den Rand der Zellen gestellten Stäbchen bestehe. Weiter entwickelt wurde diese Ansicht dann noch in der vortrefflichen Arbeit von Brücke's Schülern Brettauer und Steinach***), welche zuerst auf die wechselnde Dicke der fraglichen Basalschicht hinwiesen und eine stark lichtbrechende Zone beschrieben zwischen Basalschicht und Zelle.

Diesen Arbeiten sind dann noch eine grosse Menge andere gefolgt†), deren fast jede eine neue Hypothese über diesen Gegenstand repräsentirt. Die meisten sind mehr oder weniger nur Modificationen der Ansichten von Kölliker oder Brücke; sie halten die Zellen an ihrem basalen Ende entweder für geschlossen, dann soll die Querstreifung durch Porenkanälchen hervorgebracht werden, oder sie erklären die Zellen für offen, dann soll die quergestreifte Basalschicht aus pallisadenartig um den Rand der Zellen gestellten Stäbchen bestehen.

Nur einige Wenige haben seither noch die Querstreifung ganz geleugnet. Hierher gehören Wittich††), der die ganze

---

*) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. II. 1857. p. 116.

**) Ebendas. p. 132.

***) Untersuchungen über das Cylinder-Epithelium der Darmzotten. Wien. 1857.

†) Heidenhain, über die Absorptionswege des Fettes. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. IV. 1858. p. 255. Funke's Lehrbuch der Physiologie. 3. Auflage. Bd. I. p. 218. Henle und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge. Bd. VIII. p. 239. Frey, Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig. 1859. p. 214.

††) Beiträge zur Frage der Fettresorption. Virchow's Archiv. Bd. XI. pag. 37.

Sache für eine Leichenerscheinung erklärt, und Lambl*), der seine Ansicht darüber etwa folgendermassen zusammenfasst: „Dagegen sprechen die meisten übrigen, besonders die normalen Befunde der typischen Zellenformen in viel mehr überzeugender Weise für eine compacte und resistente, jedoch ductile und schwellbare Substanz des ringförmigen Gebildes, welches als elastischer Basalsaum die napf- oder trichterförmige Vertiefung am breiten Zellenende begrenzt."

„Ich finde in den Basalsäumen der Epithelzellen eine mechanische Einrichtung, nämlich die von ductilen Schutzringen, welche in ihren Näpfen aus dem grossen Chymusstrome die kleinsten Portionen aufnehmen, um sie durch Druck den einzelnen Zellen zu imprägniren."

Dieser Ansicht schliesst sich einigermassen an die Meinung, welche Moritz Schiff**) neuerdings aufgestellt hat. Darnach soll die quergestreifte Basalschicht der Epithelzellen Aehnlichkeit haben mit den Kauorganen gewisser niederer Thiere, vermittelst welcher die Nahrungsstoffe von aussen durch die Zellmembranen durchgepresst werden.

Eine andere neue Ansicht ist noch in der vortrefflichen Arbeit von Coloman Balogh***) vertreten, welcher nach zahlreichen Experimenten und Untersuchungen zu der Ansicht kommt, dass die Querstreifung Folge der Fettresorption im Darm sei. Er fasst seine Ansicht selbst folgendermassen zusammen:

„1) Die Basalschicht der Epithelzellen des Darmes ist ursprünglich nicht gestreift. Die Streifung entsteht in Folge der Fettresorption und ist der optische Ausdruck von feinen Kanälchen, durch welche die Fetttröpfchen ihren Weg nehmen und welchen entsprechend die Basalschicht in Stäbchen auseinander weichen kann.

2) Der Dickenwechsel der Basalschicht ist nur scheinbar, weil *a*) das Dünnerwerden durch die Fettresorption bedingt werden kann, indem ein Theil derselben durch Fetttröpfchen eingenommen wird, während der andere davon frei bleibt. Und *b*) kann während der Wasserresorption die über die Basalschicht vorgeschobene Zone der Zellensäume als eine verdünnte Basalschicht mit dieser vertauscht werden.

---

*) Aus dem Franz Joseph's Kinderhospitale in Prag von Löschner und Lambl. I. Theil. 1860. p. 300.

**) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. II. 1857. p. 355.

***) Ebendas. Bd. VII. 1860. p. 556.

3) Der Weg für die zu resorbirenden wässrigen Lösungen geht durch die Hülle der Epithelialzellen, während die Aufsaugungsbahn für die Fetttröpfchen durch den Inhalt der Epithelialzellen der Darmzotten geht."

Schliesslich erwähne ich noch eine sehr gediegene Dissertation von Wiegandt (Dorpat. 1860) über Dünndarmepithelium; darin sind besonders sehr schätzenswerthe Untersuchungen über den Zusammenhang der spindelförmigen Fortsätze der Epithelzellen mit dem darunterliegenden Schleimhautgewebe enthalten. In Beziehung auf die Basalschicht der Zellen stellt er den Satz auf:

„Die Basalenden der Zellen des Darmepithels sind nicht durch ein direct auf dem Zelleninhalt sitzendes Aggregat von Stäbchen, sondern durch eine eigene, nicht von der übrigen Zellenwand verschiedene Membran verschlossen."

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist es nun nicht, die schon so viel discutirte physiologisch wichtige Frage der Fettresorption weiter zu untersuchen, sondern nur der, ein anatomisches Factum mitzutheilen, welches vielleicht dazu beitragen kann, einiges Licht über diesen so interessanten und wichtigen Gegenstand zu verbreiten.

Bei Gelegenheit der Untersuchung einer verfetteten Leber vom Menschen bekam ich zufällig einige Epithelialcylinder der feineren Gallenwege zu Gesicht, welche ganz unzweifelhaft eine quergestreifte Basalschicht zeigten, wie sie meines Wissens bis dahin nur am Epithelium der Dünndarmzotten beschrieben war. Da mir diese Beobachtung eben so interessant wie unzweifelhaft schien, so verfolgte ich die Sache weiter und fand allerdings, dass Virchow*) schon früher in einer ganz kurzen Notiz erwähnt, dass er beim Menschen wiederholt am basalen Ende der Epithelcylinder der Gallenblase eine von der übrigen Zelle abgegrenzte quergestreifte Schicht gesehen habe, welche dem entsprechenden Befunde am Dünndarmepithel sehr ähnlich gewesen sei. Auch Kölliker**) erwähnt diese Virchow'sche Beobachtung, scheint die Sache aber nicht näher verfolgt zu haben.

Ich habe diesen Gegenstand dann weiter untersucht und nach einander die Epithelien der Harn- und Gallenwege, sowie des Ductus Wirsungianus und Stenonianus beim Kaninchen, Pferde, Ochsen, der Katze und dem Menschen geprüft

---

*) Virchow's Archiv. Bd. XI. p. 469. Cf. Cellularpathologie. 3. Aufl. p. 28.

**) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 3. Auflage. p. 444.

und überall habe ich die Epithelialzellen mit der gleichen quergestreiften Basalschicht versehen gefunden.

Ich habe meine Untersuchungen immer möglichst rasch nach dem Tode des Objectes gemacht und immer den Befund um so deutlicher und schlagender gesehen, je rascher ich dazu kommen konnte, doch habe ich mich auch auf der andern Seite überzeugt, dass unter sonst einigermassen günstigen Umständen auch noch 36 bis 48 Stunden nach dem Tode die Querstreifung sichtbar ist. Als Zusatzflüssigkeit habe ich womöglich die natürliche Flüssigkeit, sonst aber eine vierprocentige Lösung von phosphorsaurem Natron oder eine zwanzigprocentige Glycerinlösung benutzt. Letztere beiden Flüssigkeiten haben sich mir als ziemlich gleich gut bewährt.

Die grosse Freundlichkeit des Herrn Professor Krause, dem ich für seine ausserordentliche Güte und Zuvorkommenheit, womit er mir bei der Ausführung meiner Untersuchungen zu Hülfe kam, zum grössten Dank verpflichtet bin, stellte mir ein Plössl'sches Instrument mittlerer Grösse und ein grosses Baader'sches Mikroskop aus München zur Verfügung. Letzteres zeichnete sich durch die grosse Schärfe und Deutlichkeit seiner Bilder so vortheilhaft aus, dass ich fast alle Untersuchungen damit gemacht habe. Ich benutzte hauptsächlich das Objectiv No. III. und die Oculare No. I. und II., also Vergrösserungen von resp. 300 und 500 Mal. Gelegentlich wurde auch ein neues Instrument von Hartnack (Objectivsystem No. VIII. u. IX.) angewendet.

Was zunächst das Epithelium des Nierenbeckens betrifft, so habe ich dasselbe im Ganzen 21 Mal untersucht; 10 Mal beim Kaninchen, 7 Mal beim Menschen, 2 Mal beim Pferde, 1 Mal beim Ochsen und 1 Mal bei der Katze, und nur ein einziges Mal habe ich die Querstreifung nicht gefunden. Hier hatte das negative Resultat aber offenbar seinen Grund darin, dass ich spät und obendrein bei ungünstiger Beleuchtung untersuchte; denn in allen übrigen Fällen, selbst wenn ich 48 Stunden nach dem Tode, aber bei günstiger Beleuchtung untersuchte, habe ich die Querstreifung der Basalschicht deutlich gesehen. Das Bild ist übrigens so zart, dass man überhaupt nur bei günstiger Beleuchtung auf ganz unzweifelhafte Beobachtungen rechnen kann. Die Basalschicht ist an und für sich äusserst schmal, und wenn man nicht ganz frisch nach dem Tode untersucht, so sind bei weitem die meisten Zellen an ihrem basalen Ende aufgequollen und mann kann an denen dann nicht mehr an ein sicheres Bild denken, sondern findet immer nur noch sehr vereinzelte Zellen, welche

ein schlagendes Bild liefern. Dieselben Schwierigkeiten finden sich auch bei alle den übrigen Organen, deren Epithelium ich untersucht habe und weiter unten besprechen werde. Eine wechselnde Dicke der Basalschicht habe ich in sehr geringem Grade allerdings vielfach beobachtet, aber ich glaube, dass dieses Schwanken lediglich einer mehr oder weniger günstigen Lagerung der Zellen zuzuschreiben ist. Aus diesem Grunde habe ich auch keine mikrometrischen Messungen der Basalschicht anstellen wollen; man würde, abgesehen von der äussersten Feinheit des Objectes keine Garantie haben, dass die sich ergebenden Resultate ganz richtig wären, und sie würden demnach zwecklos sein.

Die Basalschicht ist am Epithelium des Nierenbeckens bei weitem nicht so breit, wie man sie wohl hier und da unter sehr günstigen Umständen im Dünndarm zu sehen bekommt, aber sie ist immerhin breit genug, um nicht verkannt werden zu können. Unter günstigen Umständen sieht man in ihr deutlich etwa 5 bis 6 Mal einen hellen und dunkeln Streifen miteinander abwechseln. Ein Zerfallen dieser Substanz in einzelne feine Stäbchen habe ich nie beobachten können, doch erschien sehr oft die Begrenzungslinie der Basalschicht an dem freien Ende nicht einfach gerade, sondern der Streifung der Basalschicht entsprechend ganz fein gezackt. Zwei Mal habe ich auch ein Bild zu Gesicht bekommen, welches aussah, als bestände die Basalschicht aus feinen Stäbchen, und es wären die äussersten Stäbchen beiderseits ausgebrochen, oder als wäre die Zelle mit ihrer Membran breiter als die Basalschicht. Wenn letztere Deutung dieses Befundes jedoch die richtige wäre, so glaube ich, dass dies Bild mir bei den zahlreichen Untersuchungen, die ich gemacht habe, weit öfter hätte aufstossen müssen. Beide Objecte, an denen sich das oben beschriebene Verhältniss zeigte, waren vom Menschen. Meistens habe ich die Untersuchungsobjecte einfach durch Abstreifung der Schleimhaut mit dem Messer hergestellt, allein auch auf feinen Durchschnitten derselben habe ich die quergestreifte Basalschicht in situ deutlich und schlagend gesehen. Von oben sah ich mehrfach das bekannte Mosaikbild, und zwar so, dass die einzelnen Zellen an ihrem Rande einen regelmässigen Kreis von etwa 10 bis 11 dunkeln Punkten zeigten.

Den Ureter habe ich, namentlich was seine unteren Parthien anbetrifft, nur beim Menschen, Pferde und Ochsen untersucht, im Ganzen 9 Mal.

Das Epithelium zeigt hier ganz dasselbe Verhalten, wie im Nierenbecken. Die Basalschicht mit ihrer Querstreifung ist hier eben so deutlich und in ganz denselben Dimensionen wahrzunehmen wie dort. Beim Ochsen erhielt ich mehrfach Bilder, welche lebhaft an die Ansicht von Friedreich über die Streifung der Dünndarmepithelien erinnerten, das heisst, es schien auf den ersten Blick, als setzte sich die Querstreifung der Basalschicht bis zur Spitze der Zellen fort. Bei genauerer Prüfung der Objecte zeigten sich jedoch die Zellen mehr oder weniger mit ganz feinen Fetttröpfchen angefüllt, welche alle ganz gleiche Grösse hatten und in regelmässigen Reihen nebeneinander gelagert erschienen und so den ganzen Zellen ein gestreiftes Ansehen gaben. Sähe man solche Bilder nur beim Epithelium der Zotten des Dünndarms, so würden sie gewiss sehr dafür sprechen, dass diese Fetttröpfchen durch kleine Kanälchen in die Zelle gelangt wären, die alle gleiches Lumen besässen, und sie würden schon allein die Existenz von Porenkanälchen in der Basalschicht der Epithelialzellen sehr wahrscheinlich machen; allein es ist gar nicht abzusehen, woher aus dem Lumen des Ureter Fett in die Zellen gelangen sollte.

Die Friedreich'sche Ansicht scheint mir durch diesen Befund aber auch nicht bewiesen zu werden, denn kuglige Körper von gleicher Grösse werden in gradlinig begrenzten Räumen stets reihenweis angeordnet scheinen, namentlich wenn man, wie hier, bei der Durchsichtigkeit des Präparats mehre in verschiedenen Ebenen liegende Schichten zugleich sieht. Man ist deshalb durchaus nicht berechtigt, auf kleine parallele Kanälchen zu schliessen, in welchen die Kugeln enthalten sein müssten. Ich führe dies hier beiläufig an, weil ich beim Epithelium des Dünndarmes mehrfach ähnliche Bilder gesehen habe und es mir scheint, als wäre Friedreich durch diesen Befund zu seiner oben erwähnten Ansicht gekommen. *)

---

*) Gelegentlich erwähne ich eine Beobachtung über die Nerven des Ureter beim Menschen. Bekanntlich finden sich im submukösen Bindegewebe desselben ziemlich zahlreiche Plexus von feinen Stämmchen der sogenannten Remak'schen oder grauen Nervenfasern. In einem solchen Stämmchen von etwa zwölf blassen Nervenfasern zeigte sich eine dichotomische Theilung einer doppelt contourirten Nervenfibrille. Ueberhaupt waren in den meisten der kleinen Nervenstämme einige doppelt contourirte Nervenfasern nachweisbar. Die Untersuchung machte sich am leichtesten. wenn ein Präparat des einige Tage hindurch in Essigsäure gequollenen Ureter unter dem Mikroskop mit Natron übersättigt wurde.

Beim Menschen habe ich nun auch noch einigemal die hinteren Parthien der männlichen Harnröhre untersucht, und auch hier dasselbe Verhalten der Epithelzellen gefunden. Ich habe ganz constant Zellen mit deutlicher Basalschicht und unverkennbarer Querstreifung gesehen. Ich habe kaum an einer andern Stelle die Bilder so klar und schlagend gefunden wie hier; namentlich war die relative Zahl der Zellen, welche den fraglichen Befund völlig unzweifelhaft zeigten, sehr gross. Die Ansicht von oben zeigte hier ein überaus zierliches Bild; fast jede Zelle war mit dem oben erwähnten Kreise von Punkten versehen. (Taf. II. Fig. 3.)

In allen oben erwähnten Parthien der Harnwege zeigten die Epithelzellen nun noch an ihrem spitzen Ende ausserordentlich schöne lange spindelförmige Fortsätze, sehr oft zwei an einer Zelle; aber niemals erinnere ich mich deren mehr gesehen zu haben. Dieselben übertrafen zuweilen die Länge der Zellen um das Doppelte und waren nicht selten mit Kernen versehen. Wie aber nun die Zellen vermittelst dieser Fortsätze mit den darunterliegenden Geweben zusammenhängen, darüber wage ich nicht zu entscheiden; so oft ich mich auch bemüht habe, die Zellen im Zusammenhange mit der Schleimhaut zu sehen, so habe ich in dieser Beziehung doch niemals beweisende Bilder erhalten können.

Was die Gallenwege betrifft, so habe ich da nur die Gallenblase und die grösseren Gallengänge in Beziehung auf ihr Epithel untersucht und habe auch hier stets ähnliche Bilder gefunden, obgleich hier offenbar die Zersetzung rascher vor sich geht. Wenn ich nicht ganz frisch die Untersuchung machen konnte, so fand ich meistens keine Querstreifung mehr, wenn auch eine Basalschicht noch deutlich sich zeigte. Nur hier und da gelang es mir dann noch, eine einzelne Zelle zu finden, welche Spuren der Querstreifung erkennen liess, allein in einem Falle beim Menschen, zweien beim Kaninchen und einem beim Pferde, die ich sämmtlich etwa 8 Stunden nach dem Tode schon untersuchen konnte, sah ich sehr schöne Querstreifung an der Basalschicht vieler Zellen. Auch hier hatten die Cylinder spindelförmige Fortsätze, doch waren sie nicht so lang und waren Zellen mit mehr als einem Fortsatz selten, sowie auch die grössere Mehrzahl der Zellen überhaupt gar keine Fortsätze zeigte. Auch Kerne in den Fortsätzen der Zellen waren überaus selten. Im Ganzen habe ich die Untersuchung der Gallenwege 11 Mal gemacht.

Ausserdem habe ich noch 3 Mal das Epithelium des Ductus pancreaticus untersucht, 2 Mal beim Menschen und

1 Mal beim Pferde, immer etwa 18 Stunden nach dem Tode. Auch hier fand ich die Zellen mit quergestreifter Basalschicht versehen und zwar sehr deutlich, obgleich die ganzen Zellen hier zierlicher und schmaler waren. Wo sich die Querstreifung deutlich zählen liess, waren etwa 4 bis 5 helle und ebensoviele ihnen entsprechende dunklere Streifen zu sehen, und beim Ansehen von oben her zählte der Kreis an der Peripherie der Zellen etwa 8 bis 9 Punkte. Auch hier habe ich einige Zellen gesehen, welche, wie im Ureter, mit scheinbar reihenweis geordneten Fetttröpfchen gefüllt waren und dadurch bis zu ihrer Spitze hin gestreift erschienen.

Schliesslich habe ich dann noch das Epithelium des Ductus Stenonianus untersucht und auch hier dieselbe Basalschicht mit Querstreifung gesehen. Die Zellen verhalten sich denen des Ductus pancreaticus sehr analog, nur sind sie noch etwas kleiner und mit deutlichen spindelförmigen Fortsätzen versehen.

Auch das Epithelium des Dickdarms habe ich einige Mal untersucht und hier und da deutlich quergestreifte Basalschicht daran gesehen, aber ich will nicht entscheiden, ob diese Zellen nicht vielleicht aus den Lieberkühn'schen Drüsen stammten. In situ habe ich die Querstreifung hier niemals beobachten können. Ich führe nur noch an, dass diese Untersuchungen hauptsächlich beim Kaninchen, also einem reinen Pflanzenfresser, angestellt wurden.

Bei Behandlung der Zellen mit Wasser habe ich an keiner der von mir untersuchten Stellen Bilder erhalten können, wie sie Kölliker in der dritten Auflage seines Handbuchs der Gewebelehre unter Fig. 226 *C* und *D* abbildet, während mir der unter *A* gezeichnete Befund oft aufgestossen ist. Ich muss denselben nach meinen Erfahrungen an den von mir untersuchten Stellen für den einzig vorkommenden halten.

Das Resultat also aller der oben beschriebenen Untersuchungen ist, dass überall, wo ich Cylinderepithelium untersucht habe, die Zellen mit einer quergestreiften Basalschicht versehen sind, welche dem längst bekannten entsprechenden Befunde am Dünndarmepithelium sehr ähnlich ist. Wenn es auch auffallend ist, dass die Basalschicht an anderen Stellen constant schmaler ist, als sie oft im Dünndarm gesehen wird, so ist doch der ganze Befund übrigens so völlig gleich, dass man annehmen muss, dass ihm überall die gleichen anatomischen Verhältnisse zu Grunde liegen. Ich glaube fast, dass meine Untersuchungen zahlreich genug waren, um daraus zu schliessen, dass das Cylinderepithelium überall, wo es im

menschlichen Organismus vorkommt, mit derselben Basalschicht versehen ist. Vorläufig erlaubte mir meine Zeit leider nicht, diese Untersuchungen weiter auszudehnen, namentlich da die noch übrigen von mir nicht untersuchten Organe, in denen Cylinderepithelium vorkommt, wegen ihrer Kleinheit einer gründlichen Untersuchung noch grössere Schwierigkeiten entgegensetzen werden. Ich glaube jedoch schon jetzt den obigen Satz als wahrscheinlich aussprechen zu dürfen, und wenn man auch nur annimmt, dass an allen Stellen, welche ich oben genauer erörtert habe, das Epithelium mit demselben Apparat versehen ist, wie im Dünndarm, so geht daraus doch schon mit Sicherheit hervor, dass dieser Apparat nicht geradezu allein für die Resorption von in Wasser ungelösten Nahrungsstoffen bestimmt sein kann, denn eine Resorption des Inhalts des Ductus pancreaticus oder gar des Ureters durch das Epithelium ist doch gewiss gar nicht zu denken. Da aber der Basalschicht überall, wo sie vorkommt, der Analogie nach dieselbe physiologische Bedeutung beizulegen sein würde, so fragt es sich, ob man eine Funktion auffinden kann, welche dies Organ möglicherweise auszuüben hätte, gleichmässig an allen den Stellen, an welchen es vorkommt.

Ehe hierüber jedoch Hypothesen gemacht werden, wäre es vor allen Dingen wünschenswerth, einigermassen darüber Gewissheit und Klarheit zu haben, was diese Basalschicht denn nun eigentlich anatomisch ist. Ich habe oben in der Einleitung einige der hauptsächlichsten Ansichten zusammengestellt, allein in denselben ist bis jetzt so wenig Einigkeit zu entdecken, dass man sich vielmehr wundern könnte über den grossen Scharfsinn, womit so viele abweichende Hypothesen über ein doch verhältnissmässig einfaches mikroskopisches Bild aufgestellt sind. Eine Entscheidung in dieser Sache einfach durch das Mikroskop scheint mir unmöglich. Unsere Instrumente sind bei weitem nicht genügend, die Anordnung eines Objectes von solcher Feinheit einigermassen sicher zu entscheiden. Eine grosse Mehrzahl der aufgestellten Hypothesen ist mit dem Resultate einer unbefangenen mikroskopischen Untersuchung völlig verträglich, und ist an eine Ausschliessung der einzelnen Ansichten, wie es mir scheint, nur zu denken durch neue mit den Zellen vorzunehmende Experimente und neue vergleichend anatomische Untersuchungen. Vielleicht wird in diesem Sinne die in neuester Zeit von Eberth*) veröffentlichte Beobachtung von Wichtigkeit, dass zu gewissen

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1860. Bd. X. p. 373.

Zeiten der Entwicklung das Hühnchen und einige andere Vögel Flimmerepithelium im Darm haben. Auch hat Kölliker*) an den Zellen des Darmdrüsenblattes des Hühnchens zu gewissen Zeiten deutlich verdickte und poröse Säume an der gegen den Nahrungsdotter zugewendeten Fläche getroffen. Vielleicht lässt sich später, wenn die nöthigen Zwischenglieder dazu erst aufgefunden sind, darthun, dass an allem Cylinderepithel ein den Cilien des Flimmerepithels analoger beweglicher Apparat vorhanden ist. Doch darüber lässt sich noch nichts Genaueres sagen, vorläufig spricht auch das wichtige Factum dagegen, dass auf der noch lebenden Schleimhaut durch diese hypothetische Beweglichkeit der Basalschicht des Cylinderepithels keine wahrnehmbare Strömung erzeugt wird.

Eine andere Möglichkeit wäre die, dass die ganze Basalschicht mit ihrer Querstreifung den Beginn eines Rückbildungsprocesses der Zellen darstellte. Wir finden ja eine Basalschicht nur an den Zellen, welche unmittelbar die Oberfläche der Schleimhaut bilden und deshalb fortwährend mit den Stoffen in Berührung kommen, die schon mehr oder weniger der Aussenwelt angehören und dem Organismus fremd sind, wie z. B. der Inhalt der Harnwege. Gerade die Zellen haben eine Basalschicht, welche bald durch die unter ihnen neu gebildeten Cylinder verdrängt und ersetzt werden. Es spricht dafür auch vielleicht die Thatsache, dass an den Stellen, wo das Epithelium mit Stoffen in Berührung kommt, die erst ganz frisch von der Aussenwelt dem Organismus zugeführt sind, ich meine im Darme, die Basalschicht oft so sehr viel breiter ist, als an den übrigen Localitäten, und dass im Darm, dessen Inhalt ein so wechselnder ist, auch die Breite der Basalschicht so sehr schwankt, dass sie sich zuweilen der Beobachtung gänzlich entzieht, während z. B. in den Harn- und Gallenwegen, wo der Secretionsprocess ein mehr continuirlicher ist, auch das Verhalten der Basalschicht ein zu allen Zeiten gleichmässiges zu sein scheint. Allein es spricht gegen diese Hypothese der Umstand, dass gerade die Zellen, welche unmittelbar die Oberfläche der Schleimhaut berühren, im Stadium ihrer höchsten Entwicklung stehen, und dass die Basalschicht bei beginnender Zersetzung nach dem Tode nicht nur nicht an Breite zunimmt, sondern sogar sehr bald ganz verschwindet.

Doch ich will die schon so zahlreichen Vermuthungen über diesen Gegenstand nicht durch neue noch vermehren,

*) Entwicklungsgeschichte des Menschen etc. Leipzig. 1861. p. 85

die vorläufig, weil sie sich nicht beweisen lassen, ohne grossen Werth sein würden. Der Nutzen der vorliegenden Arbeit für die Lösung der Fragen über die Basalschicht des Cylinderepitheliums scheint sich vielmehr darauf zu beschränken, dass dadurch einestheils der Gesichtskreis erweitert wird, von welchem aus die physiologischen Hypothesen über diese Frage kritisirt werden können, und anderntheils das Feld, auf welchem neue anatomische Untersuchungen darüber zu machen sind, erheblich vergrössert ist.

Erklärung der Figuren.

Die Figuren sind bei der 500fachen Vergrösserung eines Baader'schen Mikroskopes von mir nach der Natur gezeichnet. Meistentheils wurden 20% Glycerinlösung, zuweilen 4% Lösung von Natron phosphoricum oder auch gar keine Zusatzflüssigkeit angewendet.

Fig. 1 *a*. Epithelzellen aus dem Nierenbecken des Menschen, etwa 18 Stunden nach dem Tode mit 20procentiger Glycerinlösung untersucht.

Fig. 1 *b*. Eine Zelle ebendaher, auf dieselbe Weise untersucht; dieselbe zeigt den oben beschriebenen Befund: die Basalschicht erscheint schmaler als die übrige Zelle, wie wenn beiderseits ein äusserstes Stäbchen ausgebrochen wäre.

Fig. 2. Zellen mit langen spindelförmigen Fortsätzen aus dem Nierenbecken *a* vom Menschen und *b* und *c* vom Pferde; untersucht wie oben.

Fig. 3. Epithelium aus der hinteren Parthie der männlichen Harnröhre vom Menschen, von oben gesehen, schematisch gezeichnet.

Fig. 4 *a*. Zellen aus dem Ureter des Menschen, 18 Stunden nach dem Tode, untersucht wie oben.

Fig. 4 *b*. Zellen aus dem Ureter des Pferdes, etwa 18 Stunden nach dem Tode mit Wasser bei 500facher Vergrösserung untersucht.

Fig. 5. Zellen aus dem Ureter des Ochsen, 12 Stunden nach dem Tode mit Glycerin bei 500facher Vergrösserung. Die Zellen enthalten zahlreiche kleine Fetttröpfchen.

Fig. 6 *a*. Zellen aus dem Gallenausführungsgange des Pferdes, wie oben 10 Stunden nach dem Tode untersucht.

Fig. 6 *b*. Zellen aus den ersten Aesten des Ductus hepaticus beim Menschen, 9 Stunden nach dem Tode wie oben untersucht.

Fig. 7. Zellen aus der Gallenblase des Menschen, wie oben 9 Stunden nach dem Tode untersucht.

Fig. 8. Epithelzellen aus dem Ductus Stenonianus des Pferdes, 15 Stunden nach dem Tode mit Glycerin bei 500facher Vergrösserung.

Fig. 9. Epithelzellen aus dem Ductus pancreaticus vom Menschen, untersucht wie oben.

Fig. 10. Epithelzellen aus dem Ductus pancreaticus vom Menschen 18 Stunden nach dem Tode; die Zellen enthalten, ähnlich wie die aus dem Ureter des Ochsen unter Fig. 5 angeführten, zahlreiche, scheinbar reihenweis angeordnete Fetttröpfchen.

Ueber Percussion der Muskeln.

Von

Leopold Auerbach in Breslau.

(Aus einer längeren Arbeit des Verfs.: „Ueber die Wirkungen topischer Muskelreizung" in den Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft, Abth. für Naturw. u. Med. 1861, Hft. III. mit hinzugefügten pathol. Andeutungen.)

Am 3. Febr. 1860 hielt ich in der medicinischen Section der Schlesischen Gesellschaft einen Vortrag: „Ueber Muskelcontractionen durch mechanische Reizung am lebenden Menschen" (vergl. Jahresber. d. Schles. Ges. für 1859 und 1. Quart. 1860). In diesem Vortrage wies ich nach, dass man durch Klopfen der Muskeln des Menschen Contractionen derselben hervorrufe, und dass man im Besonderen bei unmittelbarer Percussion, d. h. wenn man ohne Plessimeter mit dem Percussionshammer eine Stelle der Haut, unter welcher ein Muskel liegt, anschlägt, dreierlei Art von Contraction beobachten könne, nämlich erstens: Zuckung, d. h. schnell geschehende und wieder aufhörende Gesammt-Verkürzung der getroffenen Bündel, zweitens: an der percutirten Stelle eine locale, länger anhaltende Anschwellung, drittens: ähnliche partielle, aber wellenähnlich fortschreitende Contractionen. Ich erörterte dabei, wie diese drei Formen im Wesen identisch seien mit entsprechenden Erscheinungen, die man an blosgelegten Thiermuskeln auf mechanische Reizung beobachtet habe, nämlich die erste Form mit der gewöhnlichen linearen Zuckung, die zweite mit den von Schiff entdeckten idiomuskulären Wülsten*), die dritte mit der ebenfalls von Schiff

---

*) Kühne sucht zwar diese Entdeckung Schiff streitig zu machen, indem er sagt, „dass sich Jeder schon aus seinem Knabenalter sehr gut erinnern müsse, welche Folgen die localen und heftigen Muskelreizungen

entdeckten wellenförmigen Contraction (s. Schiff, Lehrb. S. 26 und Moleschott, Unt. B. I. S. 84).

Eine nachträgliche genaue Durchsicht der Literatur belehrte mich, dass die Erscheinungen der ersten und zweiten Form am Menschen auch früher schon nicht ganz unbemerkt geblieben waren. So finde ich bei Wintrich (Krankh. der Respir.-Org. S. 61) die Bemerkung: „Der Percussionsstoss selbst erregt auch jeweilig ein krampfhaftes Zusammenzucken des Pectoralis major . . .“, eine Thatsache, die wohl schon manchem praktischen Arzte aufgestossen sein mag. Ferner ist, nach dem unten in der Anmerkung angeführten Citate aus einer Abhandlung Kühne's, manchen Turnern auch ein Fall, der zur idiomuskulären Wulstbildung gehört, schon seit längerer Zeit bekannt gewesen. Indessen sind diese Beobachtungen doch überall nur beiläufig geschehen, nicht in ihren wichtigen Beziehungen verfolgt, nicht in physiologischem Sinne beachtet worden.

Was hingegen die wellenförmige Contraction am Menschen anbetrifft, so finde ich vor meinen Mittheilungen nirgends etwas Bezügliches erwähnt, und selbst seitdem scheint sie, wenigstens nach den seitherigen Publicationen zu schliessen, von Anderen nicht wiedergefunden worden zu sein, was auch, aus bald zu erörternden Gründen, wohl begreiflich ist, wenn man nicht sehr eifrig darnach gesucht hat.

Zwar ist im Mai vor. Jahres in dieser Zeitschrift (Bd. VIII., S. 263) eine kleine, diesen Gegenstand betreffende Mittheilung

---

begleiten. Allen Turnern namentlich sei es schon seit langer Zeit bekannt, wie ein kräftiger Hieb, mit der scharfen Seite der Hand quer über den Biceps brachii geführt, ein plötzliches Wallen dieses Muskels zur Folge hat, worauf sich an der geschlagenen Stelle eine bald wieder verschwindende Schwiele erhebt u. s. w.“ (Müller's Archiv. 1859. S. 611.) Aber was sollte dieses Knabenstückchen in der Angelegenheit ändern, selbst wenn wirklich die Beobachtung unter Turnern so alt und so allgemein bekannt wäre, was nach eigener Erinnerung und vielfachen Erkundigungen nicht der Fall ist? In solchen Fragen kommt es nicht darauf an, wo etwas schon einmal gesehen worden ist, sondern wer die Sache zuerst ordentlich aufgefasst, in ihrer wissenschaftlichen Bedeutung erforscht und erkannt hat. Sonst könnte man in ähnlicher Weise behaupten, die bekannten Physiologen der Neuzeit seien nicht die Entdecker der Reflexbewegungen, weil schon längst jedes Kind gewusst, dass ihm eine Prise Tabak Niesen erregt, oder Newton sei nicht der Entdecker des Gravitationsgesetzes, weil man von jeher Aepfel zur Erde fallen sah, und selbst schon die Bewegung der Planeten um die Sonne, wie der Monde um die Planeten kannte.

von Mühlhäuser*) erschienen, deren Autor sogenannte wellenförmige Contractionen, durch Percussion hervorgerufen, beschreibt. Allein diese vermeintliche Beobachtung wellenförmiger Contraction ist eine irrthümliche; die ganze Darstellung ist aus einem Missverständnisse hervorgegangen und sehr geeignet, weitere Missverständnisse und Confusion der Begriffe in dieser Sache zu veranlassen. Ich muss deshalb näher darauf eingehen, und zwar wird es am besten sein, den kurzen thatsächlichen Theil jenes Aufsatzes wörtlich hier anzuführen.

Nach einer literarischen Einleitung, welche ebenfalls wesentliche Unrichtigkeiten enthält, z. B. die, dass nach Schiff die wellige Contraction eine idiomuskuläre Leistung sei, während Schiff gerade die entgegengesetzte Ansicht verficht, kommt Verf. auf seine eigenen Beobachtungen zu sprechen und sagt:

„Wenn man bei einem mageren Erwachsenen die Haut über den Rückenmuskeln anschlägt, z. B. durch ein kurzes, etwas starkes Klopfen über dem Latissimus dorsi oder Cucullaris mittelst der Fingerspitze, so erfolgt eine eigenthümliche Contraction des darunter liegenden Muskelbündels. An der angeschlagenen Stelle entsteht eine Vertiefung, während beiderseits derselben je eine Welle sich erhebt und blitzschnell bis zum Ende des Muskelbündels sich fortsetzt, rückkehrt und abermals eine schwächere Schwingung macht, während die Vertiefung wieder verschwindet. Diese Erscheinung ist an den genannten Muskeln am deutlichsten wahrzunehmen, besonders wenn gute Beleuchtung und Betrachten von der Seite stattfinden. Sie kommt jedoch auch bei allen übrigen grösseren Muskeln des Körpers zu Stande, und bei einiger Uebung und bei geeigneten Subjecten mit dünner Fettlage unter der Haut sieht man an den Brustmuskeln, den Deltoideis, den Oberarm-, Oberschenkel- und Wadenmuskeln dieselbe Bewegung sich bilden. Sie beschränkt sich stets auf den unterhalb der getroffenen Stelle liegenden Muskeltheil. Bei geschwächten Kranken, mageren Brustleidenden z. B., scheinen die Wellen einen langsameren Verlauf zu machen und sind daher auch bei meistens dünnerer, fettarmer Haut leichter zu finden und zu verfolgen . . . .“

„In dem Wunsche, die Versuche von Schiff zu ergänzen, dem Widerspruch, den sie gefunden haben, zu begegnen, liegt die Veranlassung für mich, meine Beobachtungen jetzt zu

---

*) In der Ueberschrift jener Abhandlung ist als Verfasser irrthümlich Baierlacher genannt.

publiciren, statt etwa abzuwarten, bis auch Anderen sich die gleiche Wahrnehmung ergeben würde.“ *)

Es ist nun offenbar, dass in dieser Darstellung eine gründliche Verwechslung der Begriffe herrscht, und dass der Autor die wirkliche wellenförmige Contraction gar nicht gesehen hat, sondern nur die gewöhnlichen Linear-Zuckungen, indem auf diese seine Beschreibung so ziemlich passt, dagegen durchaus nicht auf diejenige ganz eigenthümliche Erscheinung, welcher der Name der welligen Contraction zukommt. Jener schiefen Darstellung gegenüber will ich hier noch einmal die wirkliche Gestaltung dieser verschiedenen Vorgänge möglichst kurz beschreiben, indem ich bezüglich mancher Einzelheiten auf meine erste Publication verweise.

Die erste Wirkung eines Schlages mit dem Percussionshammer ist eine rasche Zuckung, d. h. Gesammt-Verkürzung der getroffenen Bündel. Diese giebt sich zu erkennen sowohl durch mechanische Effecte auf die Ansatz-Knochen, z. B. am Pectoralis major durch einen Ruck des Oberarmes nach dem Rumpfe hin, an der Streckseite des Vorderarmes durch ein Aufschnellen einzelner Finger u. s. w., als auch durch Formveränderungen am Muskel selbst. Und zwar zeigen sich die letzteren in zweierlei Weise. Die meisten Muskeln haben eine nach aussen gewölbte Oberfläche, und die oberflächlichen Bündel verlaufen daher in Bogen, deren Convexität der Haut zugewandt ist. Indem solche Bündel in der Verkürzung sich mehr gerade zu strecken suchen, drücken sie sich in die übrige Muskelmasse hinein und markiren sich äusserlich, da die Haut ihnen folgt, durch eine Furche. An anderen Muskeln ist gerade das Umgekehrte der Fall, z. B. am Platysma myoides. Die Bündel dieses Muskels laufen vom Schlüsselbeine an aufwärts in Bogen, deren Concavität der Haut zugekehrt ist; wenn daher eines sich contrahirt und geradestreckt, erhebt es die Haut in einer Längsfalte und tritt schnellend als ein dünner Strang hervor. Diese Formveränderungen gehen aber sehr geschwind vorüber, die Bündel kehren eben sofort in ihre bogenförmige Gestalt zurück. Man sieht, dass man diese Bündel-Bewegungen sehr wohl mit „Schwingungen“ vergleichen kann, d. h. etwa mit der Schwingung einer

*) In Bezug auf die letzte Bemerkung des Verfs. sei es mir gestattet, zu erinnern, dass mein Vortrag, welcher übrigens eine viel eingehendere Beschreibung und Erörterung dieser Erscheinungen enthielt, mehr als 3 Monate vor der Herausgabe des Mühlhäuser'schen Aufsatzes gehalten worden ist, und zwar vor einer zahlreichen Zuhörerschaft, in welcher sich auch ein ausländischer Arzt befand.

Darmsaite. Auch kommt es vor, dass nach einem sehr heftigen Schlage manchmal zwei solche Zuckungen rasch aufeinander folgen. — Uebrigens befällt in der Regel die Zuckung die ganze Länge des Bündels, so viel man sehen kann, gleichzeitig. Mag es auch a priori wahrscheinlich sein, dass der Zustand der Contraction von der gereizten Stelle aus nach den Enden hin sich fortpflanze, so kann man doch meistens ohne vorgefasste Meinung nicht sagen, dass man dies sehe, wenn man auch sehr aufmerksam ist. Nur zuweilen glaubt man bei äusserst gespannter Aufmerksamkeit wirklich ein „blitzschnelles“ Fortschreiten der Contraction zu bemerken. Aber auch dann hat die Erscheinung äusserlich nichts Wellenähnliches, schon darum, weil die Contraction sich als eine Furche markirt und nicht als eine Erhebung über die Fläche, und weil die etwaige theoretische Welle sehr lang ist, wohl länger als die ganze Muskelfaser. Wie sehr aber von dem Habitus dieses Vorganges die später eintretende wirklich wellenförmige Erscheinung verschieden ist, wird aus der Beschreibung dieser hervorgehen.

Sowie diese Zuckung vorüber ist, sieht man, einem Schiff'schen idiomuskulären Wulste entsprechend, an der percutirten Stelle selbst einen deutlichen, annähernd kegelförmigen Hügel, der an der Basis einige Linien breit und um so höher ist, je stärker man geklopft hat. Er besteht eine Zeit lang, meist etwa 3 — 5 Secunden, ziemlich unverändert, und sinkt dann an derselben Stelle langsam wieder ein. Hierauf kann man ihn noch einige Zeit durch das Gefühl als einen Knoten im Muskel unterscheiden. Wenn man genau zusieht, so erkennt man meistens, dass dieser Hügel schon während der Zuckung entsteht. Man sieht ihn dann im ersten Momente nicht genau unter der percutirten Hautstelle, sondern, da die entsprechende Stelle des Muskels durch dessen Verkürzung nach dem Punctum fixum hingezogen wird, um mehrere Linien in dieser Richtung verschoben, sofort aber auch mit der Wiederverlängerung des Muskels in einem Ruck nach dem Ort der Percussion zurückkehren, an welchem er dann verharrt und wieder eingeht.

Diese beiden Formen von Contraction sind am Menschen sehr allgemein sichtbar, und zwar an sehr vielen Muskeln des Körpers. Ausnahmen bilden nur sehr fette oder wassersüchtige Individuen und zarte Kinder.

Bei manchen, aber seltenen Individuen tritt nun zu diesen beiden Formen noch eine dritte, wellenartige Erscheinung hinzu, welche ich jedoch auch bei diesen Wenigen

nur an zwei bestimmten Muskelpaaren des Körpers, nämlich am Pectoralis major und an der inneren Hälfte des Biceps, habe auffinden können. Um dieses Phänomen überhaupt zu erzielen, muss man schon recht stark aufklopfen, und zwar an einer Stelle, unter welcher ein Knochen liegt. Im günstigen Falle zeigen sich nun zunächst die beiden schon beschriebenen Contractionsformen; dann aber, wenn die Erschlaffung der zuckenden Bündel sich vollendet hat, sieht man dicht zu beiden Seiten des schon hervorgekommenen idiomuskulären Hügels zwei neue ähnliche, nur etwas niedrigere Erhebungen auftreten und sofort, ganz einer Welle auf ruhigem Wasserspiegel gleichend, mit sehr mässiger Geschwindigkeit nach beiden Muskelenden hinlaufen, bei welcher Wanderung sie allmälig niedriger werden, so dass sie manchmal schon unter der Haut verschwinden, bevor sie noch das Ende des Muskels erreicht haben. Eine rückläufige Bewegung dieser Wellen sah ich am Menschen nie. Diese Contractions-Wellen sind also deutliche, kleine, ziemlich scharf begrenzte Hügel, mit einer Basis, welche, in der Längsrichtung der Fasern betrachtet, gewöhnlich etwa 3—6 Linien messen dürfte, und einem fast scharfkantigen Gipfel. Die Bewegung dieser Wellen ist eine so langsame, dass man sie mit dem Auge bequem verfolgen kann; ich schätze die Geschwindigkeit auf etwa 1—1$^1/_2$ Fuss pro Secunde. Mit „einer Schwingung“ hat diese ganze Erscheinung keine Aehnlichkeit. Uebrigens macht sich auch keine mechanische Wirkung auf die zugehörigen beweglichen Glieder, den Oberarm, resp. Vorderarm bemerklich. Man wird dies sehr natürlich finden, wenn man bedenkt, dass die Contraction in jedem Augenblicke nur einen kleinen Bruchtheil in der Länge der Bündel betrifft, dass zwischen dieser Contraction und den Sehnen grosse ruhende Strecken der sehr ausdehnbaren Muskelfasern liegen, und dass also die partielle Verkürzung sich wohl hauptsächlich unter Ausdehnung dieser übrigen Fasertheile vollziehen wird.

Hier will ich noch einmal constatiren, dass diese Erscheinung am Menschen eine seltene ist. Ich habe mehrere hundert magere Individuen darauf hin untersucht, und befanden sich unter diesen sowohl Gesunde als mannigfach Kranke. Unter diesen Vielen konnte ich nur an vier Männern die Wellen auffinden, und zwar litten zwei davon an vorgeschrittener Lungen-Tuberkulose, einer war durch übermässige Anstrengungen sehr heruntergekommen, der vierte hatte zwei Monate vorher einen heftigen apoplectischen Anfall gehabt mit zurückbleibender rechtsseitiger Hemiplegie und zeigte die Erscheinung

an dem gelähmten rechten Pectoralis. Die beiden Phthisiker habe ich der medicinischen Section der Schles. Gesellschaft vorgestellt, den ersten am 3. Febr. vor. J., den zweiten am 21. Juni d. J. Auch an diesem Letzteren konnten die Mitglieder der Versammlung, Herr Privatdocent Dr. Aubert ausserdem noch bei einer wiederholten privaten Besichtigung, die Richtigkeit meiner Angaben, insbesondere auch die der Wellenerscheinung jedes Mal vorangehende lineare Zuckung, bestätigen.

Dies der wirkliche Sachverhalt, der wohl interessant genug ist, um eine klare Auffassung und Darlegung zu verdienen.

Uebrigens aber wird es nach Allem dem Leser nicht mehr zweifelhaft sein, dass der Autor jener Mittheilung in der Zeitschr. für rat. Med. die eigentliche wellenförmige Contraction gar nicht gesehen, und dass er das Bild der ihm vorgekommenen linearen Zuckungen durch seine Wellen anstrebende Darstellung einigermassen verzerrt hat. Die einzelnen Momente, durch welche von seiner Beschreibung die eigentlichen Contractionswellen abweichen, sind kurz folgende: 1) den letzteren geht immer eine anders geartete Contraction, die lineare Zuckung, voraus, wovon Verf. nichts erwähnt; 2) sie erheben sich nicht zu beiden Seiten einer Vertiefung, sondern einer deutlichen Erhebung; 3) sie sind kleine, schmalgipfelige Hügel; 4) sie bewegen sich nicht „blitzschnell", sondern mit der oben angegebenen geringen Geschwindigkeit; 5) sie haben nichts einer „Schwingung" Aehnliches; 6) sie sind nicht an allen Muskeln des Körpers zu beobachten, noch weniger an den Rückenmuskeln besonders deutlich, sondern fast nur am Pectoralis und Biceps; 7) sie sind nicht eine allgemeine Erscheinung an mageren Menschen, sondern eine ausnahmsweise, an wenigen Individuen zu Tage tretende.

Gerade der letztere Umstand, welcher in der Aufsuchung dieser noch fremden Thatsachen leicht zu Fehlgriffen verleiten kann und die vergleichende Prüfung erschwert, veranlasste mich, die Differenz ausführlicher zu besprechen. Denn ich halte es für wichtig, die Vorstellungen der verschiedenen Typen jener, auch für den praktischen Arzt einiges Interesse versprechenden Muskel-Erscheinungen aufzuklären und für künftig der Confusion und Verwechslung derselben vorzubeugen.

Es entsteht nun aber bei der Seltenheit der welligen Erscheinung die Frage, ob dieselbe überhaupt einem normalen Vorgange oder nicht vielmehr einem krankhaften Zustande

entspreche. Indem meine beiden ersten bezüglichen Beobachtungen den gemeinschaftlichen Umstand darboten, dass sie Männer betrafen, welche sich im Verhältniss zu ihrem allgemeinen Ernährungszustande sehr angestrengt hatten, neigte ich mich zu der Ansicht hin, dass trotz der erhaltenen Zuckungsfähigkeit eine Alteration der Energie der betreffenden Muskelbündel vorhanden und bedingend gewesen sein könne, „falls nicht etwa die wellenförmige Contraction im lebenden Menschen überhaupt ein normaler, nur gewöhnlich unter der Haut sich verbergender Vorgang sein sollte.“ (a. a. O. S. 38.)

Hierüber nun geben erst Beobachtungen an Thieren einen deutlichen Aufschluss. Zur Entscheidung jener Alternative nämlich, sowie überhaupt zum Zwecke der Aufklärung einiger dunkeln und streitigen Punkte in diesem durch Schiff's Wahrnehmungen entstandenen Capitel der Muskelphysiologie habe ich zahlreiche Versuche an Thieren angestellt über die Wirkungen derjenigen Art, die Muskeln zu erregen, welche dadurch charakterisirt ist, dass auf einen kleinen Bruchtheil der Länge einer Muskelfaser oder Fasergruppe eine Reizung direct ausgeübt wird, welche Methode ich im Allgemeinen mit dem Namen „topische Muskelreizung“ bezeichne. Ich prüfte dabei sowohl die mechanische, als die elektrische Reizung und werde die wesentlichen Ergebnisse dieser experimentellen Untersuchungen unten anhangsweise beifügen. Hier will ich nur besonders einen Punkt herausheben, welcher die mechanische topische Reizung, zu der auch die Percussion mit dem Hammer gehört, betrifft, und welcher in der oben angeregten Frage entscheidend ist.

Es hat sich nämlich an den entblössten Muskeln sowohl von Säugethieren und Vögeln, als auch von Fröschen, entgegen den Angaben der früheren Forscher, herausgestellt, dass topische mechanische Reizung ganz normaler Weise das Contractions-Wellenspiel hervorruft, und dass dasselbe überall, ganz wie beim Menschen, nicht als Surrogat der Zuckung, sondern als eine Nebenerscheinung der Zuckung, unmittelbar auf sie folgend, auftritt. Legt man an einem lebenden gesunden Thiere der genannten Classen einen Muskel bloss und macht z. B. den Schiff'schen Druckstrich quer über die Fasern, so bieten sich in der Regel alle drei Contractionsformen dar. Man sieht zuerst die getroffenen Bündel zucken, d. h. sich in ihrer ganzen Länge rasch zusammenziehen und sofort wieder erschlaffen. Sowie dies geschehen, sieht man dann von der gereizten Stelle aus eine Reihe sehr

niedlicher, scharf gezeichneter Wellen in kurzen Zwischenräumen und in verschiedener Anzahl sich folgend, nach jedem der beiden Muskelenden hinlaufen, wohl auch wieder zurückkehren und mit den späteren hinläufigen sich kreuzen und so ein zierliches Wellenspiel von ganz eigenthümlichem Gepräge bilden, welches zuweilen nur wenige Secunden, manchmal aber viel länger, bis zu einer halben Minute, anhält. An Warmblütern sieht man auch auf der gestrichenen Linie den idiomuskulären Wulst fast gleichzeitig mit den ersten Wellen entstehen, aber unter diesen Verhältnissen auch rasch wieder einsinken, während er sich an absterbenden Muskeln längere Zeit erhält.

Im Gegensatze zu diesem Verhalten gesunder, sehr reizbarer Muskeln lassen gerade solche Muskeln, welche aus irgend einer Ursache atrophisch, oder ungewöhnlich blass und welk, oder in ihrer Erregbarkeit beeinträchtigt sind, die wellige Contraction vermissen, wobei sie gleichwohl häufig die beiden anderen Contractionsformen, den Wulst und die Zuckung noch darbieten, ja sogar ihre gewöhnlichen Leistungen recht gut verrichten.

Ausserdem aber giebt es noch eine andere Gruppe von Umständen, welche die wellige Contraction dem Beobachter entziehen oder vielleicht auch ganz unterdrücken können. Während nämlich unter einer mässig dicken Lage eines weichen, dehnbaren Gewebes, welche etwa noch den zu prüfenden Muskel bedeckt, die Wellen sich sehr wohl ausprägen können, indem jene Lage den kleinen Erhebungen und Einsenkungen nachgiebt, wird hingegen die Erscheinung selbst durch dünnere, aber straffe oder dichte Fascien und Aponeurosen gänzlich verdeckt und unsichtbar; diese müssen, wenn es angeht, erst entfernt werden. Ja in manchen Fällen bleibt jenes Phänomen sogar aus durch das Vorhandensein eines reichlichen, besonders an der Oberfläche des Muskels stark entwickelten, derben Perimysiums; eine anatomische Beschaffenheit, welche weniger bestimmten Muskeln einer Thierspecies zuzukommen scheint, sondern häufig als individuelle Eigenthümlichkeit an einer Anzahl Muskeln einzelner Thiere angetroffen wird und wohl schon an's Pathologische streift.

Abgesehen aber von diesen besonderen störenden Verhältnissen zeigt sich also die wellige Contraction als eine regelmässige Wirkung der mechanischen topischen Reizung gesunder Muskeln.

Hiermit stimmt es denn auch vollständig überein, dass ich dieselben in völlig functionsfähigen Muskeln des lebenden Menschen gefunden habe. Von den vier oben erwähnten Männern, welche mir überhaupt die Wellenerscheinung darboten, zeigten sie drei in Muskeln, welche sie sehr wohl brauchen konnten; nur der Pectoralis des Hemiplecticus war der willkürlichen Bewegung beraubt. Aber auch an Diesem, wie an den Anderen bewirkte die Percussion jedes Mal zuerst eine deutliche lineare Zuckung, und erst auf diese folgend zeigten sich in denselben Bündeln die schönen, langsam marschirenden Contractionswellen. Der letztere Vorgang kommt also zuckungsfähigen und brauchbaren Muskelfasern zu.

Wenn dem aber so ist, warum findet man das Wellen-Phänomen an Menschen, und zwar selbst an mageren, so selten, und warum auch dann fast nur am Pectoralis und Biceps brachii? Auch in dieser Beziehung geben uns die Beobachtungen an Thieren deutliche Fingerzeige. Es ergiebt sich nämlich bei näherer Betrachtung, dass für das Hervortreten der Wellenerscheinung am Menschen eine Anzahl günstiger Bedingungen zusammenwirken müssen, welche sich eben nicht häufig, namentlich an den meisten Muskeln des Körpers nicht, vereinigt finden.

Es muss erstens zwar die Haut dünn und mager, aber der darunter liegende Muskel nicht in demselben Masse atrophisch, vielmehr noch gut erhalten und kräftig sein. Wenn dafür schon die Analogie der experimentellen Erfahrungen spricht, so wird diese Bedingung für die Beobachtung am lebenden Menschen noch von grösserer Wichtigkeit; denn damit die Welle unter der Haut in schärferen Umrissen hervortrete, wird sie schon eine beträchtliche Höhe haben, aus einer grösseren Summe local contrahirter Fasern sich zusammensetzen müssen. Eine allzudünne Schicht, oder eben so sehr zwischen die gesunden Fasern vielfach eingestreute atrophische, fettig entartete werden die Bildung einer bedeutenden Erhebung unmöglich machen. Jenes gewünschte Verhältniss ist aber bei den meisten phthisischen und marastischen Leuten, ebenso bei schwächlichen Frauen und Kindern nicht vorhanden; es wird sich am ehesten finden bei abgezehrten jungen Männern aus der arbeitenden Classe, welche ihr wohl entwickeltes Muskelsystem auch noch während der Ausbildung ihrer Cachexie fleissig in Uebung und somit auf Kosten anderer Gewebe in guter Ernährung erhielten, aber auch bei diesen nur eine Zeit lang, in der ersteren Hälfte ihrer Krankheit. Wirklich habe ich bei dem einen Phthisiker

mit dem Fortschritte des Leidens und der Atrophie die Erscheinung immer undeutlicher werden und schliesslich ganz verschwinden sehen. — Was den hemiplectischen Kranken anbetrifft, so wäre der Umstand, dass die wellige Contraction gerade am rechten, gelähmten Pectoralis sichtbar war, sehr geeignet gewesen, für die herabgesetzte Muskelenergie als Ursache dieser eigenthümlichen Form der Thätigkeit zu sprechen, wenn nicht eben einerseits alles Andere, und besonders die Versuche an Thieren, eine solche Vermuthung gänzlich zurückwiesen, und andererseits auch in diesem Falle ein anderer ganz hinreichender Erklärungsgrund vorhanden gewesen wäre, nämlich die sichtliche und beträchtliche Abmagerung des Unterhautgewebes an der gelähmten Seite, ein Verhalten, welches bei Hemiplegien nach einiger Zeit ihres Bestehens sehr gewöhnlich ist, und auch in Bezug auf die elektromuskuläre Erregbarkeit in solchen Fällen zu wesentlichen Täuschungen Veranlassung gegeben hat.

Zweitens muss man Muskeln vor sich haben, welche hart auf einem Knochen aufliegen, und zwar in nicht allzu dicker Lage, damit der Percussionshammer auf der Rückseite einen Widerstand finde und somit einen gewissen Grad von Quetschung des Muskels verursache. Nur so wird der mechanische Reiz stark genug. Zum Theil deshalb ist der Pectoralis so geeignet, insofern man solche Stellen trifft, welche über den Rippen liegen, und eben so der innere Rand des Biceps, während der übrige Theil dieses Muskels schon ein zu dickes Polster bildet.

Drittens aber dürfen die Muskeln nicht unter straffen oder derben Aponeurosen stecken. Nachdem ich an Thieren die Wichtigkeit dieses Umstandes, selbst nach Entfernung der Haut, erkannt hatte, wurde ich bald darauf aufmerksam, wie auch in dieser Beziehung jene beiden Muskelpaare, welche mich am Menschen die Wellen bis jetzt ausschliesslich haben sehen lassen, besonders günstig beschaffen sind. Der Pectoralis major hat bekanntlich so gut wie gar keine fibröse Hülle. Selbst die sogenannte Fascia superficialis ist hier sehr dünn (Krause, Handb. der Anat. I, 392), und von der Bindegewebsschicht, welche den Muskel bedeckt, sagt Henle, dass sie nur am obersten Theile, wo der Subcutaneus colli entspringt, dem Charakter einer Fascie sich nähere. Der Biceps andererseits ist zwar von der Fascia brachialis eingehüllt, aber dieselbe ist sehr dünn. „Am Oberarm ist die Fascie der Streckseite bedeutend mächtiger als die der Beuge-

seite; besonders zart ist sie über dem M. biceps.“ (Henle, Muskellehre, S. 233.)

Demnach muss ich auch am Menschen die wellenförmige Contraction für ein normales Vorkommen halten, welches aber wegen nothwendiger Coincidenz günstiger Nebenumstände nur selten, und vorzugsweise an den genannten beiden Muskelpaaren zur Beobachtung kommt. — Diese Nebenumstände selbst fallen freilich zum Theil in's Bereich des Krankhaften, namentlich die Atrophie des Haut- und Unterhautgewebes. Ja es wäre denkbar, dass in manchen Fällen noch eine besondere Atrophie der Fascien zum Hervortreten der Erscheinung beitragen könnte, eine Möglichkeit, auf welche bei Sectionen in geeigneten Fällen zu achten wäre.

Wie aber in krankhaften Zuständen des Muskels selbst und seines Nervenapparates jene eigenthümliche Thätigkeitsform sich verhalten möge, ist eine weitere Frage, zusammenhängend mit der allgemeineren, welche Abweichungen überhaupt die Effecte der topischen Reizung, resp. der Muskel-Percussion in pathologischen Verhältnissen und namentlich in Lähmungen und in eigentlichen Muskel-Erkrankungen darbieten. Dies zu erforschen ist, wenn man Täuschungen vermeiden will, keine ganz leichte Aufgabe, die aber, mit Ausdauer und Besonnenheit verfolgt, wohl zu einigen auch für die praktische Medicin, wenigstens für die specielle Diagnose und Prognose brauchbaren Ergebnissen führen könnte. Obwohl ich weit entfernt bin, übertriebene Hoffnungen daran zu knüpfen, so giebt es doch einerseits der zweifelhaften Fälle noch so viele und ist andererseits die Percussion eine so einfache und wenig umständliche Untersuchungsmethode, dass, falls sich irgend charakteristische Verhältnisse herausstellen sollten, die Verfolgung dieses Gegenstandes nicht unlohnend gewesen sein würde.

In diesem Bestreben wird man auf zwei Wegen Thatsachen zu sammeln und zu vergleichen haben, auf dem Wege der klinischen Beobachtung und auf dem des Experiments. In ersterer Art habe ich bereits einiges Material gesammelt, über welches ich demnächst zu berichten gedenke; doch bei der Seltenheit mancher Arten von Lähmungen, und besonders solcher Fälle derselben, welche vollständige Paralyse darbieten, in ihrem Ursprunge sicher, rein, noch nicht durch Behandlung modificirt sind, und welche durch verschiedene Stadien sich verfolgen lassen, werden erst allmälig und wohl nur durch Beiträge von verschiedenen Seiten deutliche und sichere Data von allgemeinerer Bedeutung gewonnen werden können.

Was andererseits den experimentellen Weg anlangt, so haben schon meine bisherigen Studien an Thieren, in welchen ich zwar nicht eine eigentliche Percussion, aber den ganz ähnlich wirkenden Druckstrich auf die Muskeln anwandte, einige interessante Thatsachen und Hinweisungen auf pathologische Verhältnisse geliefert.

So erwähnte ich schon oben, dass Muskeln, welche etwas von ihrer Erregbarkeit eingebüsst, oder in ihrer Ernährung irgend gelitten haben, die wellige Contraction vermissen lassen; aber in höheren Graden solcher Schwächungen wird auch die Zuckung auf topische Reizung wesentlich alterirt. Indem ich diejenigen Bedingungen solcher Zustände, welche mehr ein physiologisches Interesse darbieten, z. B. die Ermüdung und den beginnenden Muskeltod, hier nur andeute, will ich ein Paar anderen Beeinträchtigungen pathologischer Art noch einige Worte widmen, nämlich der Schwächung durch Gefangenschaft und den Veränderungen durch Lähmung und Degeneration der Nerven.

Die Gefangenschaft hat bei vielen Thieren in überraschend kurzer Zeit einen schädlichen Einfluss auf die mechanische Reizbarkeit ihrer Muskeln, wahrscheinlich durch die combinirte Einwirkung des Mangels an frischer Luft, naturgemässer Bewegung, heiterer Gemüthsstimmung und passender Nahrung. Während man z. B. an Fröschen, die eben eingefangen sind, und deren Muskeln eine röthliche Farbe haben, das Wellenspiel gewöhnlich sehr schön hervorrufen kann, werden nach wenigen Tagen der Aufbewahrung im Zimmer, selbst in grösseren luftigen Gefässen, die Muskeln bleich und verliert sich regelmässig die wellige Contraction. Später kann man durch den Druckstrich auch keine ordentliche Gesammtzuckung des Muskels mehr bewirken, sondern es tritt an deren Stelle ein eigenthümliches, anhaltendes Spiel ungleichzeitiger Einzelzuckungen feinster Bündel, eine Erscheinung, die man auch an den Muskeln von Warmblütern zuweilen antrifft, und die man der Kürze halber etwa Bündelflimmern nennen könnte. Dieses Flimmern beginnt oft schon, sowie man den Muskel entblösst hat, unter der Einwirkung der Luft, und es wird dann durch die mechanische Reizung nur verstärkt. Ganz dieselben Veränderungen im Verhalten zu mechanischen Reizen findet man aber auch an manchen Kaninchen und Meerschweinchen, die in ungünstigen Räumen eingesperrt waren.

Es ist nun sehr merkwürdig, dass ganz dieselben Abweichungen auch solche Muskeln darbieten, deren Nerven seit einiger Zeit durchschnitten und in Folge dessen degenerirt

sind, ein Fall, der in praktischer Beziehung noch mehr Interesse gewährt. Ich habe an Kaninchen eine Reihe von Versuchen angestellt, in denen ich den rechten Nerv. ischiadicus kurz unter seinem Austritte aus dem Becken trennte, ein Stück ausschnitt, um die Wiederverwachsung zu hindern, die Wunde zunähte, das Thier darauf noch 1—6 Wochen leben liess und am Schlusse dieser Zeit die elektrische und mechanische Reizbarkeit der gelähmten Muskeln untersuchte, indem ich immer zugleich die correspondirenden Muskeln der gesunden Seite verglich, übrigens auch durch mikroskopische Untersuchung den Grad und die Ausbreitung der Verfettung der Nervenfasern constatirte. Da hat sich denn zunächst ergeben, was auch schon aus Beobachtungen am Menschen bekannt ist, dass in solchen Muskeln die elektrische Reizbarkeit allmälig sich verringert; doch habe ich sie selbst nach 6 Wochen bei Weitem noch nicht ganz aufgehoben gefunden; die Muskeln bedurften stärkerer Strom-Intensitäten als die gesunden, aber unter solchen contrahirten sie sich doch ganz gehörig, wenn auch nicht so stark wie die gesunden. Viel schneller und bedeutender hingegen wurde in diesen Versuchen die mechanische Reizbarkeit beeinträchtigt. Und zwar verschwand in den gelähmten Muskeln, und nur in diesen, zuerst die wellige Contraction, etwa in der 2. bis 3. Woche. Später, am Schluss der 4. Woche, war auch die Gesammt-Contraction auf mechanische Reizung wesentlich alterirt, indem an ihrer Stelle das schwächliche Bündel-Flimmern eintrat. Am längsten erhält sich die mechanisch angeregte Wulstbildung und es ist nach Analogie der übrigen Verhältnisse wahrscheinlich, dass diese selbst die elektromuskuläre Contractilität überdauert.

Welche Anwendungen z. B. auf die differentielle Diagnose der Lähmungen aus diesen Thatsachen sich ziehen lassen, liegt auf der Hand, besonders wenn wir denselben gegenüber den oben erwähnten Fall von cerebraler Paralyse halten, in welchem nach zweimonatlicher Dauer der Hemiplegie der gelähmte Pectoralis die wellige Contraction zeigte. Auf Grundlage dieser und etwaiger fernerer bestätigender und ergänzender Beobachtungen würde man, wenn man in einem dunkeln Falle von vollständiger Paralyse nach einer gewissen Zeit ihrer Dauer durch Percussion in einem der gelähmten Muskeln die Wellenerscheinung hervorrufen könnte, mit Sicherheit einen peripherischen, d. h. im Nervenstamm befindlichen Sitz der Störung ausschliessen können. Für den Zustand des Muskels selbst hat die wellige Contraction immer eine günstige Bedeutung, insofern sie auf eine fast vollständige Integrität

seiner Ernährung und functionellen Reizbarkeit schliessen lässt.

Freilich wird gerade die wellige Contraction eine allgemeinere semiotische Bedeutung schwerlich erlangen können, weil sie, auch wo sie vorhanden, so selten äusserlich zu sehen ist. Die Verfolgung dieses Gegenstandes wird daher hauptsächlich auf die Percussionszuckungen und auf die Wulst- oder Hügelbildung angewiesen sein. Die letztere scheint sich auch unter krankhaften Verhältnissen sehr hartnäckig zu erhalten; die Zuckungen werden wahrscheinlich bei Unterbrechung der Leitung im Nervenstamme und bei gänzlich aufgehobenem Einflusse des Rückenmarks sich frühzeitig verlieren.

Natürlich sollen dies Alles nur Andeutungen sein, wie diese neuen Symptome durch weitere Studien vielleicht auch nutzbar gemacht werden könnten, und ich würde mich freuen, wenn durch meine Mittheilungen auch Andere zu Beobachtungen in dieser Richtung sich angeregt fühlen sollten.

Indem ich von meinen in dieses Gebiet fallenden Studien an Thieren nur dasjenige, was auf medicinische Fragen, speciell auf die Percussions-Muskelerscheinungen, eine nahe Beziehung hat, in obige Darstellung eingeflochten habe, muss ich wegen des Specielleren sowohl dieser als anderweitiger, damit zusammenhängender Wahrnehmungen auf meinen Aufsatz: „Ueber die Wirkungen topischer Muskelreizung" in den „Abhandl. der schles. Gesellsch. 1861, Heft III." verweisen. Doch will ich noch einen Ueberblick der Resultate, zu denen ich gelangt bin, hier beifügen.

1) Die wellige Contraction, d. h. derjenige Vorgang, welcher dem von Schiff beschriebenen zierlichen Wellenspiel zu Grunde liegt, ist nicht zu vermischen oder zu verwechseln mit dem an sehr verlangsamten Zuckungen bemerkbar werdenden Fortschreiten des Contractionszustandes längs der Faser. Dieses Fortschreiten geschieht in einer Art, welche, wenn auch nicht nach dem Eindrucke der unmittelbaren Anschauung, so doch in theoretischem Sinne die Bezeichnung einer Welle zulässt; aber es ist dies eine einzige, sehr lange und nicht rückläufige Welle, eine Erscheinung, von welcher sich weder Uebergänge noch Uebergangsformen zu dem eigentlichen Wellenspiel finden, und welche gerade an absterbenden oder sonst sehr geschwächten Muskeln hervortritt. Hingegen

2) die eigentliche wellige Contraction ist nicht bedingt durch ein beginnendes Absterben oder auch nur herabgesetzte

Erregbarkeit und Energie des Muskels, sondern eine ganz normale Erscheinung, ja gerade gebunden an die höchste Erregbarkeit und möglichst lebendigen Zustand des Muskels.

3) Die wellige Contraction tritt niemals an Stelle der Zuckung ein, sondern ist ein an die Zuckung sich anschliessender, zeitlich geschiedener Act, indem der welligen Erscheinung jedes Mal eine eigentliche Zuckung vorangeht.

4) Die wellige Contraction repräsentirt also nicht eine verlangsamte Zuckung. Die Zuckung ist nicht ein sehr beschleunigtes und nur deshalb der Beobachtung verschmolzen erscheinendes Wellenspiel.

5) Zu denjenigen schwächenden Bedingungen, welche die wellige Contraction verschwinden machen, gehört auch der aufgehobene Zusammenhang mit dem Nervensysteme.

6) Auch die elektrische Reizung vermag, wenigstens bei Fröschen, die wellige Contraction hervorzurufen. An Warmblütern ist mir dies bis jetzt nicht gelungen.

7) Die idiomuskulären Wülste haben sehr häufig von vorn herein auf ihrem Gipfel eine Furche oder tiefer gehende Spalte, welche durch die äusseren Umstände bei der Entstehung des Wulstes verursacht ist. Wenn der Wulst wieder einsinkt, so geschieht dies unter Abflachung, d. h. gleichzeitiger Verbreiterung, wobei jene Spalte klafft und die sie begrenzenden beiden Wälle auf eine geringe Entfernung auseinander rücken. Diese Erscheinung hat zu der irrigen Annahme verleitet, dass im letzten Stadium der Erregbarkeit ablaufende Contractionswellen durch Spaltung des Wulstes entständen, was in keiner Beziehung richtig ist.

8) Der Druckstrich bewirkt allerdings nur bei Warmblütern den idiomuskulären Wulst, nicht bei Fröschen; aber dies letztere Verhalten beruht auf einer allgemein geringeren Erregbarkeit der Froschmuskeln, besonders gegen mechanische Reizung.

9) Hingegen bewirkt elektrische topische Reizung die idiomuskulären Erhebungen nicht bloss bei Warmblütern, sondern auch bei Fröschen. Setzt man die Elektrodenenden senkrecht auf die Muskeln, so entsteht bei genügender Stromstärke auch ein Wulst auf der ganzen interpolaren Linie. Am günstigsten wirken Inductionsströme. Die Möglichkeit einer mechanischen oder elektrolytischen Nebenreizung ist dabei ausgeschlossen. Also ist die Elektricität auch für die idiomuskuläre Contraction ein wirksamer Reiz, ja an Froschmuskeln sogar ein viel mächtigerer als der mechanische Druck.

10) Die locale Leistung des Muskels in der idiomuskulären Erhebung ist nicht anzusehen als eine langsam geschehende, sondern als eine länger andauernde, nachhaltige Contraction.

11) Am ermüdenden Muskel werden bei wiederholten Reizversuchen die idiomuskulären Erhebungen immer niedriger und immer flüchtiger, wenn nicht inzwischen das Absterben des Muskels in der letzteren Beziehung einen entgegengesetzten Einfluss ausübt.

12) Die Auffassung der idiomuskulären Erhebung als Effect einer localen Ermüdung ist nicht haltbar.

13) Die Thatsache, dass an absterbenden Muskeln die Wülste lange stehen bleiben, und um so länger, je näher dem Tode, erkläre ich aus dem Einflusse der um diese Zeit schon beginnenden Todtenstarre, welche die Formausgleichungen im Muskel erschwert.

14) Was die Betheiligung der Nerven bei den Erscheinungen nach topischer Reizung anlangt, so halte ich vorläufig die Zuckung für einen wahrscheinlich neuromuskulären, das Wellenspiel und den Wulst für wahrscheinlich idiomuskuläre Vorgänge.

Wer sich für diesen Gegenstand näher interessirt, wird in meiner oben genannten Arbeit meine Beobachtungen ausführlicher beschrieben und meine Ansichten motivirt und mit denen früherer Forscher, namentlich Schiff's und Kühne's, verglichen finden.

Untersuchungen über die graue Substanz der Grosshirn-Hemisphären.

Von

Dr. Uffelmann.

Die mikroskopische Untersuchung der grauen Substanz an den Hemisphären des Grosshirns habe ich auf den Vorschlag des Herrn Prof. Henle unternommen und die Resultate schon im Mai 1861 der medicinischen Facultät zu Göttingen in meiner Inaugural-Dissertation vorgelegt. Es erscheint diese Arbeit jetzt ohne wesentliche Abänderungen; sie eher zu veröffentlichen, war ich durch Krankheit und eine Reihe anderer Umstände leider verhindert.

Es liegt mir noch die angenehme Pflicht ob, dem Herrn Prof. Henle, meinem verehrtesten Lehrer, der mich bei diesen Untersuchungen jederzeit hülfreichst unterstützte, hier meinen besten Dank darzubringen.

Der Erste, welcher eine mikroskopische Untersuchung der grauen Substanz an den Gyris des Grosshirns unternahm, war meines Wissens Ehrenberg.*) Er beschrieb sie nämlich als eine feinkörnige Masse, die aus einer Menge kleinster Molekeln zusammengesetzt sei. Kurz nach der Veröffentlichung dieser Untersuchungen erschienen Beobachtungen über denselben Gegenstand von Burdach**) und von Valentin***); sie theilten im Wesentlichen die Ansicht Ehrenberg's, Valentin aber glaubte, die graue Substanz sei nichts Anderes,

*) Beobachtung einer bisher unbekannten Structur des Seelenorgans des Menschen. Berlin. 1836.

**) Beiträge. S. 27.

***) Müller's Archiv. 1839 u. 1840. Art: Verlauf und Enden der Nerven.

als der Inhalt der Ganglienzellen, die wegen ihrer zarten Hüllmembran leicht zertrümmert würden. Die genaueste Beschreibung der grauen Corticalsubstanz gab Henle ungefähr um dieselbe Zeit in seiner allgemeinen Anatomie. Nach ihm ist die Randlage grauer Substanz an den Gyris cerebri eine weiche, aber zugleich zähe Molekularmasse, die sich als völlig amorph darbietet, und in der, ausser einem sehr feinen Capillarnetze, eine Menge bläschenähnlicher Körper suspendirt sind, die, einen glänzenden Kern einschliessend, einen Durchmesser von 0,004‴—0,006‴ haben. Die Molekularmasse selbst vergleicht er mit dem feinkörnigen Inhalte der Ganglienzellen, mit dem sie in morphologischer und chemischer Hinsicht übereinstimmt, und damit erklärt er sie eben für eine diffuse Nervenmasse. Eine grosse Reihe Autoren schloss sich ihm an.

Gegen diese Auffassung haben sich aber in den letzten Jahren andere Autoren aufgelehnt, die der grauen Substanz einen so hohen physiologischen Werth nicht zusprechen wollen. Bidder und Kupffer*) in Dorpat waren die ersten, die eine neue Ansicht aufstellten. Der Gegenstand ihrer Untersuchungen war freilich die Medulla spinalis gewesen; sie glauben aber, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen der Substantia cinerea des Rückenmarks und des Gehirns nicht existire, und so generalisirten sie ihre neue Ansicht. Dieselbe ist nun, dass die graue Substanz in Elemente nervöser und nicht nervöser Natur zerfalle. Zu den letzteren rechnen sie nicht nur gewisse Fasern und Zellen, sondern auch die ganze feinkörnige Molekularmasse, die ja den bei Weitem grössten Theil der ganzen grauen Substanz ausmacht. Man sieht, dass für die eigentlichen Nervenelemente nach dieser Ansicht nicht Vieles mehr übrig bleibt. Was aber die physiologische Bedeutung jener nicht nervösen Gebilde anbelangt, so meinen die beiden Autoren, dass sie den wichtigeren, den Nervenelementen, zum Schutze und zur Stütze dienen sollen; insbesondere sei die Molekularmasse eben nur eine ganz indifferente Substanz, die den Raum zwischen allen anderen Gebilden ausfüllte. Dieser Auffassung Bidder's und Kupffer's schlossen sich im Wesentlichen Leydig und Jacubowitsch an.**) Auch Virchow***) ist der Ansicht, das moleküläre

---

*) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. 1854.

**) Jacubowitsch, Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarks. Breslau. 1857.

***) Cellularpathologie. Seite 252 ff.

Stratum in der grauen Substanz sei nicht nervöser Natur, sondern sei ein ganz indifferentes Stroma und diene zur Stütze für die zarten Nervenplexus und Ganglienzellen; es sei eine eigenthümliche Art von Bindesubstanz, mit dem Perineurium vergleichbar, aber dadurch von demselben verschieden, dass es amorph, structurlos sei. Indem er so den physiologischen Werth bestimmt, giebt er der Masse den Namen: Neuroglia. Kölliker*) verwahrt sich freilich ausdrücklich, sie den gewöhnlichen Bindesubstanzen in histologischer Beziehung beizuzählen, weicht aber sonst im Wesentlichen nicht von Virchow ab.

Auch R. Wagner**) hatte sich dieser Ansicht angeschlossen. Vor wenigen Jahren ist derselbe jedoch auf Henle's Seite getreten und schreibt der von ihm sogenannten Deckplatte, d. i. der äussersten Lage grauer Substanz an den Randwülsten, den Werth und die Bedeutung einer diffusen Ganglienmasse zu, die eine Ausbreitung wahrer Nervensubstanz sei. Es waren die Untersuchungen Wagner's gemacht an den Randwülsten des Cerebellum***), doch trug er kein Bedenken, zu erklären, dass die Verhältnisse nicht anders sein würden an den Gyris cerebri. So stehen sich denn über den physiologischen Werth der molekulären Masse zwei wesentlich verschiedene Ansichten gegenüber; die Vertreter beider Ansichten kommen aber doch darin überein, dass die fragliche Masse ohne alle Structur sei.

Nun hat aber vor einigen Jahren Max Schultze†) in Bonn eine interessante Abhandlung über die Structur der Netzhaut veröffentlicht, in der er eine ganz neue Ansicht über die feinkörnige Lage jener Haut vorbringt. Er behauptet, die Schicht grauer Substanz sei, bei gehöriger Vergrösserung betrachtet, Nichts, als ein Bindegewebsnetz mit sehr zarten Balken und kleinen Maschen, und solle zur Stütze für die feinen Nervenfasern dienen. Die bindegewebige Natur aber sucht er dadurch zu beweisen, dass er erklärt, die radial verlaufenden sogenannten Müller'schen Fasern habe er stets in genauem und ununterbrochenem Zusammenhange gefunden mit seinem Fasernetze. Er überträgt, und eben deswegen ist die Sache für uns noch wichtiger, diese Ansicht auch auf die feinkörnig erscheinenden Lagen grauer Substanz in den Centren des Nervensystems, will also auch für die Wagner'sche

*) Handbuch der Gewebelehre (3). S. 307 und S. 344 ff.

**) Neurologische Untersuchungen.

***) Göttinger gelehrte Anzeigen. 1859.

†) De retinae structura penitiori. 1859.

Deckplatte ein Bindegewebsnetz mit Lücken angenommen wissen. Dagegen aber trat Henle*) auf und erklärte das Schultze'sche Fasernetz für ein Kunstproduct, entstanden durch die eigenthümliche Wirkung der Chromsäure und der Lösungen von Kali bichromic. auf eiweisshaltige Gewebe. Diese beiden Flüssigkeiten haben bekanntlich die Eigenschaft, das Eiweiss zu coaguliren, gerade wie die Lösungen von Alaun, Sublimat etc. Man benutzt sie deswegen ja auch, um die Gewebe zu erhärten. Nun hatte auch Max Schultze bloss solche Netzhäute untersucht, die in jenen beiden Flüssigkeiten gehärtet waren. Hierin ist nach Henle der Grund seines Irrthums zu suchen. Er erklärt die Entstehung des Fasernetzes aus der coaguliren den Wirkung der Chromsäure; in der Schicht grauer Substanz seien kleine Körnchen, in eiweissartiger Grundsubstanz eingebettet, diese würde von der Chromsäure coagulirt rings um die Körnchen, so müsse man denn bei sehr dünnen Schnitten ein Netz bekommen, weil die Kügelchen leicht bei solchen aus den Maschen fallen.

Nicht lange nach der Schultze'schen Abhandlung über die Retina erschien von Stephany**) in Dorpat eine andere, sich an jene anschliessende, über die Corticalsubstanz des Grosshirns. Dieser, ein Schüler C. Kupffer's, behauptet nämlich auch, es gäbe in der äussersten Lage der Substantia cinerea unter der Pia mater keine molekuläre, feinkörnige Masse. Sieht man eine solche, so ist das nach Stephany's Ansicht ein optischer Irrthum; weil es schwer ist, hinreichend dünne Präparate zu bekommen, soll man auch eben so schwer die wahren Verhältnisse erkennen. An Stelle molekulärer Masse sieht er ein zartes Fasernetz, also ein Gewebe mit bestimmter Structur. An der Aussenfläche der Gyri sind die Fasern und Balken des Netzes so dicht aneinander gedrängt, so ineinander verwebt, dass man das Bild einer unmittelbar unter der Pia mater gelegenen Membran erhält. Unter dieser liegt dann das eigentliche Netz mit den äusserst zarten Balken und den rundlichen, oder eckigen Maschen. In dem Fasernetze erblickt man noch zwei Arten von Zellen. Die einen nennt er die dreieckigen, pyramidalen, sie hängen in ihrer Peripherie sehr genau und ohne Unterbrechung zusammen mit dem Balkengewebe; sie liegen nicht in Lücken des Gewebes, sind von demselben nicht durch eine, anderen Zellen zukommende Hülle getrennt, sondern die gangliöse Masse liegt frei

*) Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie. 1859.
**) Beiträge zur Histologie der Rinde des grossen Gehirns. Dorpat.

und aus ihrem Umfange gehen Bälkchen hervor, Fasern, die mit dem Netze in Continuität stehen. Die anderen Zellen nennt Stephany runde, sie liegen in Lacunen des Fasernetzes, dessen Balken sich dort auch dichter legen, wie an der Aussenfläche des Gehirns. Ebenso sollen sich kleinere, rundliche Körperchen verhalten, die er Kerne nennt. Die Frage über den physiologischen Werth des Netzes glaubt der Autor, wenn auch mit einiger Unbestimmtheit, dahin beantworten zu müssen, dass das Gewebe nervöser Natur sei, da von den pyramidalen Ganglienzellen ausgehende Fortsätze direct in Zusammenhang stehen mit dem Netzwerke.

Dies sind im Allgemeinen die Resultate der Untersuchungen Stephany's, die auch fast allein an solchen Präparaten gemacht wurden, welche vorher in Chromsäure und in Lösungen von Kali bichromicum erhärtet waren. Es scheint eine Uebereinstimmung Schultze's und Stephany's zu bestehen, weil sie beide eben ein Netzwerk sehen, wo sich nach der Meinung Anderer nur eine amorphe Masse findet. Doch möchte es voreilig sein, das Netz von Schultze und Stephany für ganz identisch zu halten. Denn der erstere musste sich, wie ausdrücklich erwähnt wird, einer 800maligen Vergrösserung bedienen, um das Netz deutlich sehen zu können; der andere erreichte dies schon bei einer 300—400maligen Vergrösserung. Es könnte sich freilich noch fragen, ob es nicht einen bedeutenden Unterschied mache, von welchem Thiere das Gehirn genommen werde, das man zur Untersuchung verwendete; nach dem, was ich gefunden, muss ich den Unterschied in Abrede stellen. Auch liesse sich einwerfen, dass möglicherweise in der Retina das fragliche Netzwerk subtiler sei, als in der Gehirnrinde. Zu dem Ende mussten genaue Untersuchungen gemacht werden, die ich schon angefangen habe und nächstens hoffe veröffentlichen zu können. Der Zweck der vorliegenden Arbeit aber ist der, die Resultate der Untersuchungen Stephany's einer Würdigung zu unterziehen, insbesondere auf das feine Fasernetz einzugehen, welches er an Stelle der von Anderen angenommenen molekulären Masse gesehen hat.

Um dies zu können, um Irrthümer möglichst fern zu halten, bin ich nicht bei den Methoden der Untersuchung stehen geblieben, die Stephany befolgt und vorgeschlagen hat. Ich habe einerseits auch gehärtete Präparate untersucht, aber zum Härten mich nicht bloss der Chromsäure und Lösungen von Kali bichromicum bedient, sondern auch der Lösung von Alaun, Hydrargyrum bichloratum, der stärkeren Mineralsäuren,

des Alkohol u. s. w. Andererseits erschien es aber auch dringend nöthig, Untersuchungen von grauer Substanz in nicht gehärtetem, sondern frischem und also möglichst wenig verändertem Zustande vorzunehmen. Es muss einleuchten, dass die letzteren von grösster Wichtigkeit sind; sie sind aber auch mit manchen und grossen Schwierigkeiten verbunden, wie dies aus dem Nachfolgenden sich ergeben wird.

Ich beginne mit dieser letzteren Untersuchungsmethode. Mittelst eines feinen Doppelmessers sucht man ein möglichst dünnes Stratum grauer Substanz aus den Windungen des Grosshirns zu bekommen und bringt es dann unter das Mikroskop, nachdem man es mit etwas Aq. dest., oder noch besser mit verflüssigtem Humor vitreus befeuchtet und vorsichtig mit dem Deckgläschen bedeckt hat. Zur Untersuchung genügt eine 400fache Vergrösserung. Mit Hülfe einer solchen sieht man ausser einem sehr feinen Capillarnetze eine homogene graugelbliche Masse, die ein fein punktirtes Ansehen hat, die aber jeglicher Structur entbehrt. In ihr suspendirt zeigen sich schon auf den ersten Blick eine grosse Zahl von mehr oder weniger rundlichen Körperchen, die wie Bläschen aussehen. Sie liegen oft in Gruppen zahlreich nebeneinander, oft ziemlich isolirt. Ihr optisches und chemisches Verhalten erkennt man am besten, wenn man die Körperchen betrachtet, welche in etwaigen Lücken oder am Rande des Präparates sich finden. Sie haben einen Durchmesser von 0,004'''—0,006''' und darüber, sind heller als die rings um sie liegende graue molekuläre Masse und mit einer deutlich hervortretenden Hüllmembran versehen. Sie haben sämmtlich ein oder mehrere helle Bläschen in ihrer Mitte oder excentrisch und einen sehr feinkörnigen Inhalt. War das durch das Doppelmesser erhaltene Stratum dünn genug gerathen, so erscheinen die erwähnten Körperchen ohne weitere Behandlung mit ziemlicher Deutlichkeit; noch deutlicher werden sie durch einiges Pressen des Präparates und durch Anwendung von Acid. acet., insbesondere aber durch Imbibirung mit carminsaurem Ammoniak. Gegen Reagentien verhalten sie sich derartig, dass sie durch die starken Mineralsäuren kleiner werden, deutlicher contourirt erscheinen, auch ihr feinkörniger Inhalt besser hervortritt; während Liq. Kali et Natri causticus sie bald dem Auge entziehen. Ihrem Wesen nach sind es wahre Nervenelemente, die man mit dem Namen der Ganglienkerne belegen könnte, es sind Kerne mit einem Kernkörperchen; eigentliche Zellen, Ganglienzellen, giebt es in der äussersten Lage grauer Substanz an den Gyris überall nicht. In tieferen Schichten kommen sie allerdings vor und

weit zahlreicher als die Kerne. Doch kann sich hierauf unsere Untersuchung nicht erstrecken, da es Zweck der Arbeit ist, den Cortex der Randwülste zu beleuchten, aus welchem Stephany sein Fasernetz beschreibt. Abgesehen aber von dem Orte, wo sie vorkommen, differiren die Kerne nur noch ihrer Form nach. Erwähnt habe ich schon, dass der Durchmesser ziemlich schwankend ist; auch die Form variirt, einige sind rund, andere sind elliptisch, andere sind birnförmig. Wie sie aber auch gestaltet sind und wo in der äussersten Lage der grauen Substanz sie sich auch befinden, sie sind immer frei von einem Saume oder dergleichen und erscheinen stets als Bläschen mit einfacher, zarter Hüllmembran; ich bemerke dies ausdrücklich und füge nur noch hinzu, dass man, um sich davon zu überzeugen, sich an mit Carmin imbibirte Präparate halten, oder an nicht imbibirten Präparaten die Kerne in Lücken oder am Rande derselben ins Auge fassen muss.

Was nun aber die eigentliche Grundsubstanz betrifft, in der diese erwähnten Gebilde sich eingebettet finden, so bildet sie, wie wir gesehen, den Hauptpunkt der Controverse und demnach auch unserer Untersuchung. Sie ist eine gleichförmige, fein punktirte, feinkörnige diffuse Masse, zäh und deshalb beim Zerzupfen nicht oder schwer in kleinere Partikelchen zertheilbar. Netzartiges sieht man nirgends, selbst nicht bei den dünnsten Präparaten, noch beim Pressen derselben, vorausgesetzt, dass man ein frisches Gehirn benutzt. Dass man, wenn das Stratum grauer Substanz von nicht ganz frischem Gehirn war, oft eine eigenthümliche Art Netz beobachtet, wollen wir weiter unten erwähnen. Die molekuläre Grundsubstanz also erscheint völlig structurlos, sie ist es in der That, wie aus folgenden Untersuchungen hervorgeht: Präparirt man ein dünnes Stratum grauer Substanz und setzt etwas mehr Aq. dest. als gewöhnlich zu, so sieht man sehr oft jenes durch die Strömung des Wassers in mehrere Theile sich trennen. Einzelne von diesen, gleichsam Inseln, zerfallen plötzlich in ihrer gesammten Ausdehnung in eine grosse Menge von ungemein kleinen Kügelchen, so dass von diesen das Gesichtsfeld eingenommen wird, während man vorher noch eine cohärente Masse sah. Ausser den Molekeln sieht man aber Nichts. Am besten stellt man die Beobachtung an in einem durch das Präparat gehenden Strome; man sieht wie durch die Bewegung des Wassers vom Ufer des Strombettes eine ganze Reihe jener kleinen Kügelchen abgerissen wird, die oft noch zu mehreren zusammenhängen und sich dann im

Strome selbst isoliren. Der ganze Strom erscheint dann auf seiner Oberfläche wie besäet mit feiner, staubähnlicher Masse, die ab und zu, wenn zufällig eine Stockung im Strome eintritt, sich zu ähnlichen cohärent erscheinenden Inselchen wieder zusammenballt, wie sie im Präparate sich vor der Auflösung in Molekeln zeigen. Nie aber sieht man bei allen diesen Veränderungen irgendwo eine Spur von zarten Balken, von Fasern oder dergleichen; wäre die graue Substanz ein Gewebe mit Structur, ein Fasernetz, so müsste sich doch jedenfalls davon irgend Etwas zeigen, wenn solche Inselchen sich auflösen. Die Beobachtung ist keine schwierige, und wer sie einmal gemacht hat, wird schwerlich noch an ein hier bestehendes Fasernetz denken. Da die Massen sich vor unseren Augen in kleinste Kügelchen auflösen, ohne dass sonst irgend Etwas, so viel wir sehen können, zurückbleibt, so müssen wir annehmen, dass eben die Kügelchen das Hauptconstituens sind, und dass sie vor der Auflösung der Inselchen durch einen Stoff zusammengehalten werden, der bei Zusatz von Aq. dest. in diesem sich löst oder doch durch dasselbe weniger klebrig gemacht wird. Das sind die rein vorurtheilsfreien Schlussfolgerungen aus der Beobachtung. Das weitere Verhalten der beiden die graue Masse constituirenden Theile muss eine specielle Untersuchung zeigen.

Es ergiebt diese in Betreff der Kügelchen Folgendes: Sie sind ungemein klein, ja unmessbar, und fallen, wenn ganz isolirt, schwer in die Augen; erkannt werden sie aber bei der Auflösung ganzer Partikelchen grauer Masse. Sie sind stets in rollender Bewegung, erscheinen, je nach der Einstellung, hell oder dunkel. Schwer ist es, die chemische Reaction genau festzustellen. Nach vielen und sorgsamen Untersuchungen kann ich angeben, dass sie von Liquor Kali und Natri causticus nicht gelöst werden, obgleich sie noch viel undeutlicher erscheinen. Bei Zusatz aber von Acid. acet. dil. sah ich an der Stelle der Molekeln eine eben so grosse Menge etwas grösserer, hellglänzender Bläschen auftreten, die ein von jenen in jeder Hinsicht verschiedenes Ansehen hatten. Sie waren isolirt, oder, was öfterer, in unregelmässigen Figuren zusammengereiht, wie es wohl bei den Kügelchen des Chylus der Fall ist, wenn sie ähnlich behandelt werden.

Darnach zu schliessen, sind die kleinsten Kügelchen, die Nervenkügelchen, Bläschen mit einer proteïnartigen Hülle. Der hellere Glanz der nach Anwendung von Acid. acet. dil. auftretenden Bläschen und ihr Verschwinden bei Aetherzusatz zeigt an, dass sie Fettbläschen sind.

Das andere Constituens der grauen Substanz ist ein Stoff, der die Nervenkügelchen zusammenhält. Er ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine Auflösung von einem Eiweissstoffe. Wir kommen hierauf zurück bei Gelegenheit der Untersuchung gehärteter Präparate. Erwähnen möchte ich hier nur noch, dass die graue Molekularmasse bei Zusatz von starken Mineralsäuren unter unseren Augen cohärenter wird, was mit jener Theorie übereinstimmt, da diese Reagentien das Eiweiss coaguliren.

Dies sind die Resultate der Untersuchungen frischer grauer Substanz in der äussersten Lage der Randwülste des Grosshirns. Reihen wir daran die Untersuchungen von gehärteten Präparaten. Man erhält dieselben dadurch, dass man die betreffenden Hirntheile in verdünnte Chromsäure oder eine Lösung von Kali bichromicum legt; auch Alkohol habe ich angewandt, Lösung von Plumb. acet., Alaun, Sublimat, Arg. nitr., verdünnte Mineralsäuren. Am häufigsten ist die Anwendung von Acid. chrom. oder Solutio Kali bichromici.*)

Zur genauen Erforschung ist es nöthig, äusserst feine Schnitte zu machen; ist ein solcher gelungen, so sehen wir bei einer 400fachen Vergrösserung folgende Verhältnisse. Auf den ersten Blick zeigt sich eine grosse Verschiedenheit von dem, was wir an nicht gehärteter grauer Substanz sahen. Wir haben jetzt keine amorphe Masse vor uns, sondern in der That ein Netzwerk mit zarten Balken und kleinen Maschen, wie es Stephany beschreibt. Meine Beobachtungen weichen wenig von den seinigen ab, weshalb ich hier mich kürzer fasse und auf seine Dissertation verweise. Die Balken sind sehr dünn und zart, doch in ihren Dimensionen sehr verschieden; die Maschen sind rundlich oder eckig, bald gross, bald klein. Da wo zwei oder mehrere Balken zusammentreffen, findet sich oft eine Anschwellung. Längere Fasern, wie sie Stephany beschreibt, habe ich auch häufig gesehen; sie gleichen in jeder Hinsicht den kleineren Balken und entstehen wohl auch aus diesen durch eine zufällige Zerrung oder Dehnung. Ich habe sie wenigstens oft in beträchtlichen Reihen beobachtet und zwar an Präparaten, die noch nicht sehr gehärtet waren, so dass das Balkengewebe noch nachgeben konnte. — In dem Netzwerke sieht man Kerne, wie wir sie

---

*) Es scheinen diese beiden Flüssigkeiten nicht immer gleich zu wirken; wenigstens muss man dieses nach einigen Präparaten Henle's schliessen. Bei meinen Untersuchungen habe ich jedoch eine Verschiedenheit nicht bemerkt.

vorher beschrieben haben, nur ein wenig kleiner. Die runden Zellen Stephany's habe ich nirgends gefunden und wiederhole noch einmal, dass in der äussersten Lage grauer Substanz an den Randwülsten in der molekulären Masse nur Kerne vorkommen, die sämmtlich ein oder mehrere deutliche Kernkörperchen haben. Kerne ohne die letzteren, wie sie Stephany beschreibt, habe ich nicht gesehen. Ein schönes Mittel, um alles dieses genauer zu untersuchen, ist die Behandlung feiner Schnitte mit carminsaurem Ammoniak. Das Balkengewebe imbibirt sich nur langsam und sehr schwach, während Kerne und in tieferen Schichten auch die Zellen sich rasch und intensiv färben. Was die chemischen Reactionen des Fasernetzes anbelangt, so tritt es durch Zusatz verdünnter Mineralsäuren stärker und deutlicher hervor, durch Liquor Kali und Natri caust. werden die Balken rasch blass, bis sie verschwinden.

Das ist das Netzwerk, wie wir es an Präparaten sehen, die in Chromsäure und Solutio Kali bichromici gehärtet waren. Ganz dasselbe sieht man, wenn man Alkohol zum Härten anwendet oder Lösungen von Sublimat, Alaun oder die stärkeren Mineralsäuren; auch Lösung von Tannin ist sehr geeignet. Es sind dies alles Flüssigkeiten, die das Gemeinsame haben, dass sie Eiweiss coaguliren. Der Schluss liegt somit nahe, dass sie auch die graue Substanz des Gehirns mit oder ohne Entziehung von Wasser durch Coagulation eines Eiweissstoffes härten. Da wir nun in jener Substanz ausser den kleinsten Kügelchen nur noch eine dieselbe verklebende Masse annehmen konnten, so haben wir wohl Recht, dieselbe als die den Eiweissstoff enthaltende anzusehen Im Uebrigen zeigen, wie gesagt, alle mit einer von jenen Flüssigkeiten behandelten Präparate, falls sie hinreichend gehärtet waren, ganz das Fasernetz, wie es Stephany beschreibt. Es ist dasselbe aber auch noch auf andere Weise darzustellen. Ich habe weisse Nervensubstanz aufs Feinste zerquetscht und diese veränderte Masse durch Chromsäure erhärtet. Da zeigten mir feine Schnitte ein eben so schönes Netzwerk, als die Präparate von gehärteter grauer Substanz.

Wenn wir alles Dieses vereinigen mit dem, was die erste Untersuchungsmethode uns an die Hand gab, so können wir unmöglich noch an die Präexistenz eines Fasernetzes glauben; ja mit Bestimmtheit behaupten wir, dass dasselbe ein Kunstproduct sei. Eine andere Frage ist die, wie denn ein Netz zu Stande kömmt. Ueber die Entstehung des von Schultze gesehenen hat Henle seine Ansicht dahin geäussert, dass

die Eiweisssubstanz um die Molekel coagulire. Dafür sprechen eine Reihe anderer Beobachtungen.

Coagulirtes Blut, coagulirte Lymphe zeigen, wenn man sehr dünne Schnitte machen kann, ein Netzwerk mit Maschen. Ich habe Eidotter gehärtet in Chromsäure und feine Schnitte mit Aether behandelt; auch hier sieht man dasselbe. Henle zeigte mir ein Präparat, das einen feinen Schnitt vom Käse vorstellte; ich sah ein ungemein deutliches Bild eines Netzes. Es erklärt sich das Entstehen aller der erwähnten Fasernetze leicht aus der Coagulation um Kügelchen. Vielleicht ist diese Ansicht Henle's auch auf das Netz von Stephany anwendbar; nur erscheinen hier die Maschen sehr gross. Man könnte versucht sein, es auf andere Art zu erklären. Oben habe ich nämlich erwähnt, dass man bei der Untersuchung nicht gehärteter grauer Substanz auch das Bild eines Netzwerkes bekommen kann. Wenn das Gehirn nicht mehr ganz frisch war, so tritt an den Präparaten eine wunderbare Erscheinung auf. Es zeigen sich an vielen Stellen, oft überall, Balken und Maschen, Hohlräume, die mit Flüssigkeit erfüllt sind und eine violette Farbe haben. In der Flüssigkeit sieht man Molekel, Blutkörperchen, Ganglienkerne. Die Erscheinung beruht wohl auf einer Zersetzung der Hirnsubstanz. Die in den Maschen erscheinenden Tröpfchen sind vielleicht ähnlich den Vacuolen oder Sarcoden, sie drängen das nicht mehr so feste Gewebe auseinander und von der eigentlichen Grundsubstanz bleibt nur ein Rest in dem Balkengewebe. Nun liesse sich denken, dass dieses erhärtet auch noch das Bild eines Fasernetzes gewähren müsste. Meine Untersuchungen haben aber zu keinem bestimmten Resultate geführt. So bleibt denn die Art, wie das Stephany'sche Netz entsteht, noch zweifelhaft; jedenfalls aber ist es ein Kunstproduct.

Vorstehende Untersuchungen sind mit Mikroskopen von Schiek und Baader in München ausgeführt. Es genügte meistens eine Vergrösserung von 400—500.

Antikritik, betreffend Kniegelenk.

Von

Dr. W. Henke.

C. Langer*) ist nicht zufrieden damit, dass ich die an der lateralen Hälfte des Kniegelenks von H. Meyer zuerst beobachtete und von ihm selbst „nichts weniger als in Abrede gestellte" Unterscheidung einer mehr rein flexorischen Bewegung zwischen Femur und Bandscheibe und einer mehr rotatorischen zwischen Bandscheibe und Tibia auch für die mediale Seite des Gelenkes, wenn auch als weniger bedeutend, behauptet und aus der entschiedeneren Würdigung derselben eine scheinbar zusammengesetztere, im Grunde aber, wie schon mehrfach anerkannt ist**), einfachere Erklärung des ganzen Mechanismus, als einer Combination von vier Articulationen, an die Stelle der früheren, von denen die letzte von ihm herrührte***), gesetzt habe.†) Er sucht seine Missbilligung dieser Neuerung in einem besonderen Artikel ausführlich zu begründen.††)

---

*) Bericht über die Leistungen in der Anatomie und Histologie in der Zeitschr. der Gesellsch. der Aerzte in Wien, 1861. S. 6.

**) In den Jahresberichten von G. Meissner und A. Fick für 1859. Der letztere hat mündlich in etwas freundschaftlicher Uebertreibung meine Darstellung geradezu als ein Columbusei bezeichnet. Ich würde mich dessen nicht gegen den rühmen, der mit mehr Aufwand von sorgfältiger Arbeit und Mühe weniger glücklich gewesen ist, wenn er selbst sich nicht so zähe gegen die Wegräumung der von ihm angehäuften Schwierigkeiten sträubte.

***) Das Kniegelenk des Menschen. Sitzungsber. der k. k. Academie zu Wien. Mathemat.-naturw. Cl. Bd. XXXII. S. 99.

†) Der Mechanismus der Doppelgelenke mit Zwischenknorpeln, in dieser Zeitschr. III. Reihe. VIII. Bd. S. 48.

††) Einiges über die Bewegungen der Bandscheiben im Kniegelenk, in demselben Hefte der Zeitschr. d. Gesellsch. d. A.

„Die von E. Weber eingeführte Bezeichnungsweise für die Bewegungen der Scheiben „„sie folgen den Condylen““ giebt der Vorstellung Raum, dass ihr Bewegungsmodus gegen die Knochen derselbe ist, wie der der Knochen gegeneinander.“ Daran will Langer festhalten. Aber was heisst das „der der Knochen gegeneinander“? Heisst es der der Tibia gegen das Femur, oder der des Femur gegen die Tibia? Offenbar beides, und dann sind wir ganz einig; nur dass ich es für nützlich gehalten habe, beides zu trennen, statt es in einem unbestimmten Ausdrucke zusammenfliessen zu lassen. Denn „qui bene distinguit, bene docet“. Wenn aber Femur und Tibia sich gegenseitig bewegt haben, so hat sehr gewöhnlich beides zugleich stattgefunden, so hat die Bandscheibe eine Bewegung gemacht gegen das Femur mit der Tibia und gegen die Tibia mit dem Femur. Will man beides auseinanderhalten, so kann man die Spuren der Bewegung nicht brauchen, welche die Tibia gegen das Femur gemacht hat. Denn sie drücken beides aus, das, was die Bandscheibe mit der Tibia mitgemacht hat, und das, was diese gegen die Scheibe wie gegen das Femur zugleich gemacht hat. Deshalb habe ich, um das erstere allein zu haben, die Spuren von der Scheibe aus, so gut es mit Einsteckung von Nadeln in diese etwas elastisch verdehnbare Masse ging, gemacht. Langer meint, ich hätte so „nur kleine Stückchen“ erhalten. Sie waren, wie die Abbildungen zeigen, reichlich zolllang; für den Anfang ist das schon nicht übel. Die seinigen gingen freilich „nahezu über die ganze Länge des Condylus“ und er „glaubte daher weder einen Umweg, noch einen falschen Weg eingeschlagen zu haben.“ Was liegt in diesem „daher“? Dann hinge also die Richtigkeit eines experimentellen Verfahrens davon ab, ob es recht grosse, auffallende Resultate giebt. Ich bezweifle übrigens keineswegs, dass die von der Tibia aus gezeichneten Linien nicht nur länger, sondern auch viel schöner waren als die, welche man von den Bandscheiben aus erhalten kann. Denn beim geringsten Stoss und Wechsel des bewegenden Angriffs wird die elastische Masse, in der die Nadel steckt, hin und her gebogen, was bei der Tibia natürlich wegfällt. Es kommt mir aber in solchen Fällen weniger auf elegante Striche am Präparat, als auf einfach klare Begriffe in den Schlussfolgerungen an. Diese haben gefehlt, wenn Langer meint, man könne bei verschieden combinirten Bewegungen („im Bereiche des Spielraums“, wie er sich mit eigenem Sprachgebrauche ausdrückt) „von der Scheibe aus selbst im Zickzack gebrochene Linien zeichnen.“ Wenn er solche erhalten hat, so kommt es, wie

schon erklärt, nur von den Stössen, die leicht eintreten, wenn man „mehr oder weniger Rotation im Hin und Her der Flexion" beifügt. Je mehr es aber gelingt, solche Stösse zu vermeiden, um so reiner müssen bei allem Wechsel combinirter Bewegungen die Linien ausfallen. Denn für den Gang der Bandscheibe mit der Tibia am Femur ist es ganz gleich, welche Bewegungen der Tibia an ihr mit dem Femur sich mit demselben verbinden. Dieselbe Fehlerquelle, die Dehnbarkeit der Bandscheiben ist es auch, wie ich bereits nicht verfehlt habe anzugeben, welche in den von vorderen Theilen derselben aus entworfenen Linien das Ueberwiegen der Schiefheit der Axe im Sinne des medialen Condylus am Schlusse der Streckung auf diesem selbst etwas zu schwach, auf dem lateralen dagegen etwas zu stark erscheinen lässt, weshalb ich denn auch zur Analyse der Form wesentlich nur solche Spuren benutzt habe, welche von den festeren hinteren Randstücken der Bandscheiben aus entworfen waren. Sofern aber auch nach Abzug dieses Fehlers doch etwas richtiges in jener letzten lateralen Abweichung der Streckung liegt, muss sie doch nicht, wie Langer mir an die Hand giebt, „abermals ein neues Axenpaar erzielen lassen", sondern beweist nur, wie ich auch geschlossen habe, eine kleine Endverschiebung der Art, wie sie die Schiefheit der Axe des medialen Condylus mit sich bringt, auch am lateralen. Nur in seltenen Fällen entspricht dem in der That ein besonderes anders gebogenes Stück Condylus. Das pathologische Uebermass dieses lateralen Abweichens der Streckung ist das Genu valgum. Dabei dreht sich der mediale Condylus übermässig in derselben Weise fort, wie bei normaler Streckung, der laterale dagegen beinahe senkrecht gegen seine normale Krümmungsrichtung, entsprechend der Krümmung der Erzeugungslinie, so dass ein Stück Rand der Bandscheibe von ihm verlassen wird.*) Von diesem pathologischen Vorgange und der kleinen Spur der gleichen Verschiebung in normalen Fällen abgesehen, hat natürlich noch Niemand eine Drehung im Kniegelenke nach der queren Krümmung der Condylen behauptet und ich weiss daher nicht, wem Langer etwas Neues sagen will,

*) Eine ausführliche Darstellung dieser Veränderung nach Präparaten erscheint soeben von Dr. C. Hüter von hier im Archiv für Chirurgie. Sie zeigt, dass mein Schema des Mechanismus auch in der Anwendung auf die pathologische Mechanik sich bestätigt findet und brauchbar erweist. Ich will deshalb hier darauf nicht näher eingehen, werde aber in meinem demnächst erscheinenden Buche über die Gelenke ebenfalls dazu Veranlassung haben.

wenn er am Schlusse seines Artikels mit Nachdruck versichert, dass eine Bewegung der Condylen um eine sagittale Axe im Kniegelenk nicht vorkommt.

Langer stützt seine Deductionen der Knochenformen immer auf eine als typisch angenommene Combination der Bewegungen, die, bei welcher die mediale Bandscheibe, die überhaupt gegen die Tibia weniger bewegliche, möglichst ganz im Verhältniss zu diesem Knochen stillsteht. Diese hat er „als von den gewöhnlichen Formen zunächst abhängige hingestellt;" ihr entsprechend sollen die Knochenflächen in der Mehrzahl der Fälle geformt sein. Dies ist eine offenbare Vermengung der Fragen, die aus der erstrebten Einheit der Betrachtung des ganzen Gelenkes folgt. Denn die Formen der Gelenkflächen können in allen Fällen überhaupt keiner Art von Combination der Einzelbewegungen entsprechen, womit die anderen ganz wegfallen würden, sondern immer nur den Einzelbewegungen selbst, die in jedem Falle gleich gut in verschiedenen Combinationen verwendbar sind, mag auch eine derselben häufiger zur Anwendung kommen. Wenn daher von mir gesagt wird, ich habe mehr die anderen Combinationen berücksichtigt, so ist dies zunächst nicht in demselben Sinne richtig, wie die Vorliebe Langer's zu jener. Denn ich habe bei der Ableitung der Knochenformen mich an gar keine Combination halten zu sollen geglaubt. Wenn es dann aber darauf ankam, die einzeln definirten Articulationen zusammenzustellen, um jeder ihre ergänzende oder compensirende Wirkung der der andern gegenüber anzuweisen, so habe ich allerdings als allgemeinsten die vollständigste Uebersicht darbietenden Fall der Combination den betrachtet, bei dem sie alle mit ihrem ganzen, bei jeder einzelnen grösseren oder kleineren, Ausschlage in Betracht kommen, und nicht den, wobei eine einzelne ruht und also ihre Mitberücksichtigung unterdrückt werden kann, wie bei Langer die der untern medialen, womit dann also noch ein für alle anderen in Betracht kommender Factor von vorn herein ignorirt werden soll und leicht, wie Langer's Beispiel zeigt, wenn er sagt, dass die beiden übereinander liegenden medialen Articulationen Eine bilden, nachher mit Unrecht auch ferner ignorirt wird. Denn der allgemeinste Fall der Anwendung von Gesetzen ist, wie jede mathematische Betrachtung zeigt, nicht der einfachste, der specielle Auszeichnungen hat, sondern der, in welchem alle Factoren mitwirken, und aus ihm können die einfacheren, in denen nur einzelne mitwirken, leicht gewonnen werden, indem man dem einen oder anderen Factor Null zum Coëfficienten giebt; aber

nicht umgekehrt. Ueberdies wird durch die Reduction des Systems von vier auf drei Elemente auch nicht einmal vorläufig eine Erleichterung der Auffassung gewonnen, wie sonst wohl, wenn man einstweilen vom einfacheren statt vom allgemeineren Falle ausgeht. Denn mit der Vermehrung der Articulationen auf zwei Paare anstatt eines Paares und einer einzelnen wird das Schema symmetrisch übersichtlicher.

Um aber zu erklären, warum Langer der Berücksichtigung gerade der Combination, bei der alle Articulationen voll betheiligt sind, der relativ reinsten Flexion als untypisch auszuweichen geneigt ist, muss ich wiederholen, dass er sich hier am offenbarsten in Unklarheit und Widerspruch mit der Beobachtung befindet. Er denkt sich offenbar, wie z. B. der mehrfach wiederholte Vergleich mit Atlas und Epistropheus erläutert, aber ausserdem auch S. 24 der ersten Arbeit u. a. deutlich gesagt ist, während er dann auch einmal ganz beiläufig zugiebt, dass in einem gewissen Falle beide Bandscheiben nach hinten gehen, er denkt sich, sage ich, die Rotationen zwischen Tibia und Bandscheiben nicht nur im Einzelnen gleichartig, was richtig ist, sondern auch als beiderseits in gleicher Weise combinirt, bei der Flexion wie bei der Rotation, nämlich so, dass die eine Bandscheibe gegen die Tibia vortritt und die andere zurück, also beide sich im gleichen Sinne um die zwischen ihnen in der Eminentia intercondyloidea liegende senkrechte Axe drehen. Darum sagt er, dass sich meine beiden unteren Articulationen zu Einem Gelenke ergänzen, und dies ist für die Rotation richtig, für die Flexion falsch. Denn beim Uebergang von voller Beugung in volle Streckung geht unverkennbar die mediale Bandscheibe eben so gut wie die laterale im Verhältniss zur Tibia nach vorn, und umgekehrt bei Beugung. Hier ist also die Rotation nicht beiderseits die gleiche, wie wenn sie allein vorkommt. Wenn aber doch bei Flexion der Effect der von Langer sogenannten Pronation überwiegt, so kommt dies nur daher, dass in der That die Compensation im medialen Abschnitte des Gesammtgelenkes unvollständig, im lateralen dagegen übervollständig ist. Stets aber drehen sich beide Scheiben bei Beugung und Streckung einander entgegen. Am Deutlichsten ist dies beim Schlusse der Streckung, denn dann haben auf allen vier Gelenkflächen der Knochen die Ränder der Bandscheiben den vorderen Rand vollkommen erreicht; daher dann, wie ich bereits gezeigt habe, einfach deshalb in der vollen Streckung keine Rotation mehr möglich ist, weil bei Rotation immer die eine Bandscheibe vorwärts auf der Tibia gehen

muss, was sie nicht mehr kann, wenn sie schon vorn ist. Dies schliesst nicht aus, dass nicht das letzte Erreichen der Endstellung durch Zurückdrängen der medialen Bandscheibe gehemmt und so ihre Verschiebung auf einem Theil der Bahn kann unmerklich gemacht werden; aber es dient dies gewiss nicht zu grösserer übersichtlicher Klarheit.

Einen Vorzug will ich indessen der von Langer beliebten Combination der Bewegungen, soweit sie sich rein durchführen lässt, nicht abstreiten, dass nämlich, so lange die mediale Bandscheibe sich gegen die Tibia nicht bewegt, Spuren der Bewegung von letzterer auf das Femur entworfen, nicht minder als die von der Bandscheibe aus gemachten als charakteristisch für die obere Articulation, also die Form des medialen Condylus angesehen werden können, weil dann in der That „ein Punkt der bereits ruhenden Bandscheibe genau in derselben Ganglinie auf dem Condylus fem. fortschreitet, welche bei der combinirten Flexion von einem vorderen Tibiapunkte gezeichnet wurde", und dann können sie es natürlich mit dem Vortheil der Unabhängigkeit von den oben besprochenen Fehlerquellen, welche bei Spuren von der Bandscheibe selbst in der Elasticität der letzteren liegen; ohnehin ist dies bei dem kleinen Spielraum der medialen unteren Articulation annähernd zulässig. Die Constructionen des medialen Condylus in Figg. 1, 6, 7, 8 sind daher gewiss das brauchbarste an Langer's Arbeit, wenn ich auch darauf bestehen muss, dass die Lagen der Querlinien namentlich in Fig. 6 nicht ganz frei vom Einfluss der Rotation zwischen Tibia und Bandscheibe, also nicht ganz reine Lagen derselben Erzeugungslinie sind, weil offenbar die hinteren nicht so rein quer von Rand zu Rand liegen, als die vorderen, daher auch offenbar länger sind als letztere, was denn zugleich erklärt, warum sie sich nur auf einer Curve schneiden (vgl. S. 101 meiner Abhandlung). Im Ganzen aber kann man, wie gesagt, eine annähernd richtige Vorstellung von der Form des medialen Condylus aus diesem von Langer mittelst seiner typischen Combination gewonnenen Schemata gewinnen. Nicht so befriedigend ist aber der Gebrauch, den er selbst in seinen Erklärungen von dieser Gelegenheit gemacht zu haben zeigt. Er sucht sich meiner dagegen gerichteten Kritik durch den vagen Ausdruck zu entziehen, dass „für das Ganze eine eigenthümliche Fläche zu Stande kömmt", welche er „eine Schraubenfläche, oder unbestimmter eine Torsionsfläche" nennt, und fügt hinzu: „die Bezeichnung lasse ich bis auf Weiteres dahin gestellt, die Sache selbst unterliegt aber keinem Zweifel." Er deutet also an, dass ich

einen leeren Wortstreit gegen ihn erregt habe, und ich habe in der That auch schon anerkannt, dass ihm an einer Stelle das ganz Richtige vorgeschwebt hat. Wenn aber eine Sache keinem Zweifel unterliegen soll, bei der doch, wie unser Streit zeigt, noch Zweifel möglich sind, so kann man sich doch nur durch eine klare Bezeichnung verständigen, aber gewiss nicht am sichersten durch so unbestimmte, wie jene von Langer beliebte. Sieht man den Condylus von unten an, wie eben jene Figuren bei Langer ihn zeigen, so ist die Hauptkrümmung seiner Ränder oder sonstigen Ganglinien, die in der Sagittalebene liegen, nicht zu sehen. Dennoch erscheinen sie, wie Meyer und Robert bereits hervorgehoben haben, auch in dieser Ansicht gebogen, besonders vorn, aber auch hinten, und zwar mit Concavität gegen die Incisura intercondyloidea. Dem entspricht nun offenbar die auch in Langer's Begriff von combinirter Flexion (eben seiner als typisch bevorzugten Bewegungsart) anerkannte Drehung der Tibia mit der Bandscheibe um eine senkrechte Axe, welche sich mit der um die quere regelmässig verbindet, die Fläche ist sowohl in sagittaler als in horizontaler Richtung gebogen, oder, kürzer ausgedrückt, keines von beiden, sondern in einer von der sagittalen mit dem oberen Ende nach der Seite abweichend schiefen Ebene, in welcher also die Krümmung, von unten angesehen, zwar in Verkürzung, aber doch zu erkennen ist, oder um eine mit dem lateralen Ende etwas abwärts gerichtete Axe, welche also mit der Erzeugungslinie gegen die Incisur hin convergirt, und zwar für das vorderste Stück in noch etwas höherem Grade, womit die horizontale (einer senkrechten Axe entsprechende Drehung) vorschlägt. Warum nun diesen einfachen Ausdruck für die Form und ihre Bedeutung künstlich umgehen? Bemerklich macht sich, wie gesagt, auch bei Langer diese richtige Auffassung. Denn wo käme die mit Rotation combinirte Flexion auf dem Condylus her, wenn er nicht eine schiefe Drehungsaxe hätte! Auch dass in jener Torsion, die er als unzweifelhaft betont, eine für den vorderen Theil, an dem sie besonders klar hervortritt, veränderte Richtung der Axe steckt, ist gelegentlich angedeutet. Er macht sich aber von der Vorstellung nicht los, dass sie im Allgemeinen horizontal sei. Dies beweist die Definition des lateralen Abweichens am vorderen Ende als Schraubenfläche, worin also nicht, wie Ludwig meinte*), eine Berichtigung, sondern eine Verschlechterung der früheren von Meyer, der bereits

*) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. S. 523.

an dieser Stelle die Schiefheit der Axe erkannt hatte, gegeben war. Es zeigt sich ferner in den Beziehungen auf Analogie mit dem an den Tarsometatarsalgelenken der Vögel entwickelten Schema*), in dem jede aus der Sagittalebene ausweichende horizontale Krümmung als Schiefheit gegen die horizontale Axe genommen ist.

Am entschiedensten und folgenschwersten aber tritt Langer's Widerstreben gegen die Anerkennung der schiefgerichteten Rotationsaxe des Condylus darin hervor, dass er nicht darauf eingeht, wie aus ihr die Unbrauchbarkeit der von ihm nach dem Vorgange von E. Weber der Betrachtung zu Grunde gelegten Sagittalschnitte folgt. Wenn aus den Abweichungen gewisser Durchschnitte einer Gelenkfläche von der reinen Kreisform gefolgert werden soll, dass sie keine Rotationsfläche und die Verschiebung einer anderen auf ihr keine congruent schleifende sei, dass also zu ihrer richtigen Würdigung noch ein ganz neues Princip neben dem sonst allgemein gültigen in die Mechanik der Gelenke eingeführt werden müsse, so wäre vor allen Dingen erst zu beweisen, dass jene Durchschnitte senkrecht zur Axe der Bewegung geführt sind. Denn sonst kann man von jedem Gelenkkopf Durchschnitte machen, die nicht Kreisen, sondern Spiralen, Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln mehr weniger ähnlich sind. In dem Nachweise (auf Seite 92, 93, 99), dass es an dieser Vorbedingung bei den reinen Sagittalschnitten der Condylen fehlt, dass sie in den verschiedenen Lagen der Erzeugungslinie nicht entsprechende und nicht gleich weit von der Axe entfernte Punkte treffen und deshalb ungleich stark gekrümmt ausfallen müssen, also für die Nothwendigkeit eines zweiten Princips der Gelenkbewegung nichts beweisen, darin lag der Schwerpunkt meiner Kritik der Arbeiten von Weber und Langer.**) Darüber ist aber Letzterer

*) Denkschriften der k. k. Akademie zu Wien. Mathemat.-naturw. Cl. Bd. XVI. S. 93. Taf. I. Fig. 2 u. 8 *A. B.*

**) Hier muss ich mich nun also doch auch noch, so sehr ich es abgeschnitten zu haben hoffte, darüber vertheidigen, dass ich aus demselben Grunde nicht auch beim Kiefergelenk das Sagittalschema verworfen habe. Denn weil ich gesagt habe, der Fehler sei hier „geringfügiger", weist mir Langer nach, dass die Axen der Kiefergelenkköpfe fast durchgängig eben so stark gegen die Medianebene geneigt sind, als nach meinen Bestimmungen die der Condylen des Femur. Sieht er denn aber nicht, dass ich mit jenem Ausdrucke noch etwas Anderes meinen konnte, als die Grösse des Winkels dieser Neigung, dass bei den kleinen Dimensionen und der überhaupt sehr wenig genau bestimmten Krümmung der Kiefergelenksflächen auch die genau senkrecht zur Axe gelegten Durchschnitte gar keine Basis so minutiöser Formbestimmungen geben können, wie er sie am Knie versucht hat, ich aber am Kiefer nicht, und dass ferner die Uebersicht der typischen

mit Stillschweigen weggegangen, obwohl er doch einsehen muss, dass, wenn ich darin Recht habe, die ganze Fülle seiner geometrischen Deductionen über die hier vorliegenden Abwickelungs-Bewegungen und -Flächen in sich zerfällt.

Doch dem sei, wie ihm wolle, mag Langer von der Form des medialen Condylus eine mehr oder weniger richtige Vorstellung gehabt haben oder nicht; jedenfalls ist seine Auffassung von der des lateralen falsch, wenn er meint, er ergänze sich mit jenem, abgesehen von dem vorderen Stücke des letzteren, „zu einer gemeinschaftlichen Rolle, deren Hohlkehle die Incisura intercondyloidea ist", so dass er dann weiter behaupten kann, meine beiden oberen Articulationen bildeten Ein Gelenk. Auch dies kann schon recht gut aus Langer's Schema Fig. 8 erkannt werden, in dem sich die Ränder beider Condylen die Concavitäten des von unten her sichtbaren Theiles ihrer Krümmung einander entgegenkehren, so dass für die Richtung der Axe die Schiefheit wie dort, aber die entgegengesetzte, sich ergiebt. Sonst hat er wenig von directen Bestimmungen des lateralen Condylus, die auch bei der bedeutenderen Rolle, welche die laterale untere Articulation im Vergleich mit der medialen spielt, beim Ausgehen von der Tibia viel offenbarer schon unrein ausfallen müssten. Dagegen habe ich von der Bandscheibe aus gerade hier sehr deutliche, nahezu in einer Ebene liegende Spuren, und damit hier die Möglichkeit einer reinen Zurückführung auf einen Rotationskörper mittelst durch jene geführter Schnitte, welche hinreichend genau Kreisen entsprechen, erhalten, weil hier das dem medialen Condylus eigenthümliche Anwachsen der Schiefheit der Axe in dem vordersten Ende der Krümmung wegfällt. Ich bin deshalb von dem lateralen, als dem leichter verständlichen Condylus bei der Formableitung ausgegangen und habe hier die Schiefheit der Axe und Neigung der Gangebene rein bestimmen können, durch welche sich beide Condylen von einander unterscheiden. Sie ist übrigens in den meisten Fällen schon viel einfacher zu erkennen, indem die Ränder beider Condylen offenbar, umgekehrt wie die Räder

---

Bewegungen des Kiefers, die wirklich zum Unterschiede von den im Knie möglichen oder gewöhnlichen Combinationen rein sagittale Bahnen haben, auch vorläufig ohne grosse Störung in solchen Ebenen dargestellt werden kann? Ueberhaupt aber ist es schliesslich eine reine Bequemlichkeitsfrage, mit der es Jeder halten kann, wie er will, ob man einen von vorn herein eingestandenen Fehler eine Zeit lang als Abbreviatur fortführen und dann nachträglich corrigiren will. Das hat aber Langer beim Knieschema nicht gethan.

eines Wagens, in nach oben convergirenden Ebenen gebogen sind. Zuweilen ist sie freilich viel schwächer. Fiele sie aber ganz weg, so dass beide Condylen einander parallel würden, so müssten auch die compensirenden Bewegungen der Bandscheiben gegen die Tibia wegfallen, was nie der Fall ist, denn sie würden dann nur stören. Hieran anknüpfend lässt sich nun am deutlichsten der Widerspruch nachweisen, den das Leugnen der für beide Condylen verschiedenen Schiefheit der Axen in den Zusammenhang des ganzen Mechanismus bringen muss. Denn es genügt doch nicht, die Combinationen sich compensirender Bewegungen „nicht in Abrede zu stellen", sondern dieselben sollen mit der Definition der einfachen in klaren Zusammenhang gesetzt werden. Wozu wäre aber eine compensirende Rotation um die senkrechte Axe zwischen Bandscheibe und Tibia nöthig, wenn beide Bandscheiben mit der Tibia auf den Condylen schon um dieselbe Axe gedreht würden? Nur wegen des besonders auffallenden Abweichens am vorderen Ende des medialen kann sie nicht nöthig sein. Denn sie tritt, wenn wir auch die typische Combination Langer's als alleingültig annehmen wollten, wobei die mediale Bandscheibe stillsteht, an der lateralen um so entschiedener schon vom Anfange der Streckung aus extremer Beugung an auf. Für die laterale Hälfte des Gelenkes giebt aber Langer wiederholt zu, dass neben der Flexion zwischen Condylus und Bandscheibe Rotation zwischen Tibia und Bandscheibe getrennt besteht. Dicht daneben heisst es denn freilich auch einmal wieder, dass „der Condyl gegen beide (Bandscheibe und Tibia) in demselben Sinne geht"; also, da er doch offenbar, wenn die Tibia stillsteht, die Rotation mit der Bandscheibe an der Tibia mitmacht, die Flexion aber beiden gegenüber, so wäre Flexion und Rotation zusammen ein Gehen „in demselben Sinne", wie Flexion allein, $a + b = a$. Wenn dies aber falsch ist und wenn Rotation und Flexion der Tibia gegen den lateralen Condylus mehr ist als letztere allein, so kann diese der Form des Condylus folgende Bewegung nicht identisch sein der der Tibia auf dem medialen, so lange die Tibia, wie in Langer's typischer Flexion, demselben rein und ohne Compensation folgt. Denn da Femur und Tibia je ein festes Stück sind, so ist dann, wie Langer es ganz richtig ausdrückt, „die Bewegung, welche der Condylus int. ohne Combination ausführt, gleichwerthig der Bewegung, welche der äussere Condyl in der Combination macht", sie entspricht jener Flexion und Rotation der oberen und unteren lateralen Articulation zusammen, also nicht nur der einen von beiden.

Das Dasein der jedenfalls einander nicht vollkommen gleichen compensirenden Rotationen der Bandscheiben gegen die Tibia um die senkrechte beweist also die ebenfalls ungleiche Rotationsantheile der Flexion bestimmende Schiefheit der Axen, um welche sich die Bandscheiben auf den Condylen drehen. Um von einer anderen Seite den Beweis, dass beide Condylen gleiche Axen haben, zu stützen, geht Langer auch einmal wieder auf die Analogie bei Thieren. Er ist darin in diesem Falle nicht glücklich. Ist er auch mit der vergleichend anatomischen Betrachtung des Kniegelenkes nunmehr von den Tarsometatarsalgelenken der Vögel zu Knien von Säugethieren übergegangen, was sicher zu empfehlen war, so ist er doch nun hier wieder gerade auf die der menschlichen Form am wenigsten ähnlichen Beispiele gestossen. Dass beim Pferde der laterale Condylus (wie ein Theil desselben auch bei Genu valgum) die Schiefheit der Axe in demselben Sinne zeigt, wie sonst nur der mediale, hatte ich bereits angegeben. (S. 107. Anmerk. Ganz dieselbe Axe haben sie hier freilich doch beide nicht, aber parallel gerichtete.) Wollte mir nun aber Langer noch einen Schritt näher zu mehr vergleichbaren Formen folgen und z. B. frische Kniee von Affen oder Löwen ansehen, so würde er finden, dass auch durch Analogie mein Schema der vier Articulationen mit selbstständigen Bandscheiben eine sehr schlagende Bestätigung findet, wie ich es bereits am Knie des Hundes ausführlich auseinandergesetzt habe (S. 117. Figg. 18, 19, 20). Ich gestehe, dass mir sogar beim Knie, was ich sonst immer vermieden habe, die Betrachtung dieser verwandten Formen das Verständniss der menschlichen erleichtert hat.

Langer bedeutet mir, ich hätte doch consequenter Weise noch ein fünftes einfaches Gelenk in meine Combination aufzunehmen und den Gang der Tibia gegen den Oberschenkel zu untersuchen gehabt. Ich habe wohl in den frühesten Stadien der Beschäftigung mit der Aufgabe auch daran gedacht, überzeugte mich aber sehr bald, dass gerade darin ein wesentliches Ergebniss meiner Auffassung lag, dies nicht nur nicht nöthig zu haben, sondern auch nicht für thunlich zu halten. Die Bewegungen zwischen Femur und Tibia sind immer die Summe von denen zwischen Femur und Bandscheibe und denen zwischen Bandscheibe und Tibia, ergeben sich also in meiner Betrachtung aus der Zusammenfassung dieser beiden von selbst. Sie sind aber im einzelnen Falle verschieden, je nachdem sich jene beiden verschieden combiniren, sind also nicht ein für alle Mal zu bestimmen, kommen auch bei ver-

schiedenen Combinationen auf verschiedene Weise zu Stande, wie ich auch hie und da schon angegeben habe. So nimmt z. B. der Contact des Femur und des vorderen Theiles der Gelenkfläche der Tibia an der Flexionsbewegung des Femur in der Bandscheibe gleitend Theil, wenn er vor derselben durch Bewegung der Bandscheibe auf der Tibia nach vorn eingeleitet ist und während der Flexion bestehen bleibt, indem die Bandscheibe vorn stillsteht; ausserdem natürlich nicht, weil er durch die Rotationsbewegung der Bandscheibe nach hinten nicht nur, wie Langer sagt, verschoben, sondern zum grossen Theile ganz aufgehoben wird. Die Bestrebung, das Gelenk der Tibia mit dem Femur direct zu bestimmen, musste, wie zur Genüge schon bewiesen, eben darum zu unklaren Vorstellungen von gemischten Bewegungsarten führen. Langer hat nun noch einige neue Versuche angestellt, welche den Gang der Bewegung zwischen Tibia und Femur feststellen, und ihre Identität mit den beiden unter sich doch so ganz verschiedenen zwischen den einfachen Elementen herausstellen sollen. Er benutzt hier besonders auch Spuren, die vom Femur auf die Tibia entworfen sind, was sehr unsicher sein muss, da der Contact eines einzelnen Femurpunktes auf der Tibia wenigstens bei Flexionen stets so sehr vorübergehend ist. Uebrigens will ich auf die Kritik dieser Versuche nicht näher eingehen, da ich nicht einsehe, was aus ihnen Neues folgen könnte, und auch die Schlüsse, die Langer selbst daraus zu ziehen versucht, nicht dafür sprechen. Denn wenn er sub *a*) daraus folgert, „dass die rotatorische Bewegung des Condyls gegen die Tibia dieselbe ist, wie die der Bandscheibe", so sehe ich von fern nichts Anderes darin, als was in meiner Auffassung die Grundlage bildet, da ich eben deshalb die flexorische, welche nicht dem Femur mit der Bandscheibe gemein ist, sondern zwischen ihnen geschieht, von der rotatorischen getrennt habe. Ferner wenn es sub *b*) heisst, „dass die Rotation, welche der Condyl combinirt mit der Flexion ausführt, dieselbe ist, wie die, welche er ohne Flexion vollendet", so ist das auch, sofern es von den Bewegungen jeder einzelnen Bandscheibe gemeint ist, ganz dasselbe, was mich bestimmt hat, diese als constante einfache Grundelemente verschiedener combinirter Bewegungsarten anzusehen; wenn es aber von der Rotation beider Bandscheiben, als in einem Gelenke geschehend, gelten soll, so ist es, wie schon oben bewiesen, falsch, weil sie bei Flexion beide vor- oder rückwärts, bei Rotation die eine vor- und die andere rückwärts sich bewegen. Wenn es endlich sub *c*) heisst, „dass die

Biegung, welche die Ränder der Condylusfläche um die Incisur besitzen, im Sinne der Rotation besteht und dieselbe Beziehung zu der Tibia wie zu der Bandscheibe hat, auch wenn diese an der Tibia fortgleitet", so sind darin richtige und falsche Vorstellungen so unklar vermischt, dass man sich umsonst bemüht, einzusehen, wie damit irgend eine Frage in unserem Streite deutlich bezeichnet, geschweige denn erledigt sein sollte. Der unbestimmte Ausdruck „Beziehung" kann Alles bezeichnen, was in unseren ganzen Arbeiten behandelt ist. Denn sie zielen auf nichts Anderes, als die Art dieser Beziehung zu erklären. Langer hat versucht, eine directe Beziehung zwischen den Gelenkflächen des Femur und der Tibia herzustellen, die doch aufeinander passen, wie eine Faust auf ein Auge. Ich habe nur die Beziehung zwischen ihnen nachzuweisen, dass in einem zusammenhängenden Ganzen die von der Form der einen abhängige, die von der anderen bedingte, der sie zum Theil entspricht oder entgegengesetzt ist, ergänzen oder compensiren muss. Wem von beiden sein Vorhaben und damit die Aufklärung des ganzen Apparates gelungen ist, das zu entscheiden, stelle ich allen Sachverständigen anheim.

In einem Anhange legt mir Langer zur Berichtigung einer Bemerkung in der Discussion über die Fussgelenke noch zwei Fragen vor, auf welche ich die Antwort nicht schuldig bleiben kann. Ich fand einen Verstoss, den es genügte leise zu berühren, um die ganze Stelle als etwas vernachlässigt darzustellen, darin, dass Langer die Bemerkung hat fallen lassen, zwei Gelenkaxen von zwei Gelenken des Talus, also zwei mit demselben Knochen fest verbundene Axen, seien sich bei einer gewissen Stellung parallel, bei einer anderen nicht. Langer fragt nun 1): „Liegt dies etwa in den Worten (des Auszuges in den Sitzungsberichten)" u. s. w.? Antwort: Nein; sondern es steht auf S. 18 der Abhandlung in den Denkschriften Z. 13. Er fragt 2): „Kann die Axe nicht ausser dem Sprungbein liegen? etwa" u. s. w. Antwort ebenfalls: Nein. Denn die Axen sind alle beide bei *b* und *c* in Fig. 11 auf Taf. II. der Abhandlung in den Denkschriften als durch den Talus gehend abgebildet. Nach unten fortgesetzt gehen sie allerdings auch, wie er angiebt, durch den Calcaneus. Wenn sie aber auch ganz da läge, oder auch noch viel weiter weg, so ist doch in der Lagenveränderung der Axen eine Unklarheit des Begriffs der Axe eines Gelenkes enthalten, die es mir undenkbar macht, dass Langer sich vollkommen

überlegt haben sollte, was er hier hat behaupten wollen. Denn eine Axe eines Gelenkes ist eine Linie, gegen die jeder der in dem Gelenk verbundenen Theile, sowohl der, in dem sie liegt, als der, in dem sie nicht liegt, seine Lage nicht verändert. Wenn nun ein fester Körper gegen zwei Linien seine Lage stets behält, so behalten sie auch untereinander ihre gegenseitige Lage. Wenn zwei Linien ihre Lage bei normalen Bewegungen von Gelenken verändern, so sind sie nicht Axen von Gelenken, an denen ein und derselbe feste Körper Theil hat.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Hypertrophie und Ulceration der Haut mit amyloider Degeneration.

Von

Professor **Lindwurm.**

(Hierzu Tafel III.)

Es giebt eine Reihe chronischer Erkrankungen der äusseren Haut, welche in einem gewissen Stadium die grösste Aehnlichkeit in ihren äusseren Erscheinungen zeigen. Die Betrachtung der kranken Hautstellen allein genügt sehr häufig für die differentielle Diagnose nicht, man muss Anamnese, Anfang und Entwickelung der Krankheit, subjective und begleitende Erscheinungen zu Hülfe nehmen, um aus dem gesammten Krankheitsbilde eine sichere Diagnose zu stellen. Ekzema, Psoriasis, Pityriasis, Seborrhoea, Lichen und selbst Ichthyosis führen bei längerer Dauer zu sehr ähnlichen Veränderungen der Haut, namentlich zu Verdickung mit Schuppenbildung, so dass eine Verwechslung der genannten Krankheiten namentlich in wenig ausgeprägten Fällen leicht stattfinden kann, wenn die Diagnose nur durch Besichtigung der kranken Haut gestellt werden soll. Verfolgt man aber die Krankheit in ihrer ganzen Entwickelung und Fortbildung, und fasst man namentlich die Grundform, unter welcher sie aufgetreten, ins Auge, so lässt sich gewiss in den meisten Fällen leicht eine sichere Diagnose nach dem gegenwärtigen Stande der Dermatologie gewinnen.

Ich sage in den meisten Fällen, aber nicht in allen. Denn es kommen Fälle zur Beobachtung, welche sich nicht in unsere Systeme einreihen lassen, indem die Krankheit mit keiner der als Norm geltenden Beschreibungen übereinstimmt,

sondern so bedeutende Abweichungen zeigt, dass keiner der üblichen Krankheitsnamen für sie passt. Einen derartigen Fall hatte ich im verflossenen Jahre hier zu beobachten Gelegenheit, und ich halte ihn um so mehr der Veröffentlichung werth, als die klinische Beobachtung durch einen sehr interessanten und meines Wissens in der Haut bis jetzt noch nicht beschriebenen anatomischen Befund ergänzt wird.

Der Fall ist folgender:

K. v. O., 54 Jahre alt, katholischer Geistlicher, wurde vom 16. Januar bis 14. Mai 1860 in einem Separatzimmer des Krankenhauses von mir behandelt. Derselbe litt an einer eigenthümlichen, hochgradigen Erkrankung der ganzen Hautoberfläche, die schon 12 Jahre lang ununterbrochen andauerte.

Anamnese. Der Vater starb an Lungensucht, die Mutter, welche beständig an Geschwüren gelitten, an Carcinoma uteri. — Der Kranke war als Kind sehr scrophulös, zu Drüsenerkrankung, sowie zu rheumatischen Affectionen sehr geneigt. Die geringste Erkältung veranlasste schmerzhafte Anschwellungen der Hand- und Fussgelenke und schmerzhafte Geschwulst der Ohren. Sehr frühzeitig schon bemerkte er eine auffallende Empfindlichkeit seiner sehr zarten Haut. Er empfand häufig Kriebeln an den Extremitäten; jede Temperaturveränderung, Wärme, Kälte, Schweiss, rief heftiges Jucken hervor; Decubitus bildete sich sehr leicht; auf den Genuss gewisser Nahrungsmittel, wie Krebse, Käse etc., sowie auch nach dem Einreiben verschiedener Salben, trat Nesselsucht auf.

v. O. war in hohem Grade Haemophile. Er litt oft an kaum zu stillendem Nasenbluten; Blutegelstiche, leichte Verletzungen der Haut, Zahnoperationen veranlassten Tage lang andauernde Blutungen. Auch an Magenblutung will er einige Male gelitten haben. — Patient hatte, wie er angiebt, von jeher eine sehr schlechte „Heilhaut", die kleinste Wunde heilte nicht per primam reunionem. — Seine Verdauung war schwach, Stuhl unregelmässig; der geringste Excess im Essen und Trinken machte ihn sehr unwohl.

Er war niemals syphilitisch gewesen. In seinem 19. Jahre litt er 9 Wochen an einer rechtseitigen Coxalgie. Vor etwa 13 Jahren bekam er öfters Abscesse auf dem Rücken, besonders unter der Scapula (Furunculosis), von dieser Zeit empfand er auch Schmerzen in der Haut, Stechen, Jucken, ein Gefühl von Wundsein besonders der Zehen, Fusssohlen und Handflächen; ebenso bemerkte er häutige Ausstossungen aus dem äusseren Gehörgange.

Um diese Zeit zeigten sich als Anfang seiner jetzigen Krankheit rothe, trockene Flecken auf der Haut. Sie kamen nach dem Baden (sowohl nach kalten als nach warmen Bädern), verschwanden anfangs wieder, blieben dann stationär. Sie juckten, schilferten sich ab und wurden von den Aerzten bald als Psoriasis, bald als Pityriasis bezeichnet. Diese Flecken nahmen nach und nach an Zahl und Umfang zu, es bildeten sich anfangs dünne, später dickere Krusten darauf, die starkes Jucken veranlassten; beim Kratzen sickerte etwas seröse Flüssigkeit aus. Indem nun auf diese Weise die Krankheit immer weiter um sich griff, entwickelte sich das gegenwärtige Krankheitsbild.

Status praesens. Patient ist von mittlerer Grösse, bei seiner Aufnahme noch ziemlich gut genährt, aber körperlich sehr schwach, wegen der heftigen Schmerzen an seinen Hautwunden kaum im Stande, sich auf den Beinen zu halten. Die ganz weissen Haare und Augenbrauen lassen ihn viel älter erscheinen, als er in Wirklichkeit ist. Geistig ist er sehr begabt, ein poetisches und musikalisches Talent; seine Gemüthsstimmung aber in Folge der langen Krankheit sehr wechselnd, bald heiter und witzig, bald kleinmüthig und lebensüberdrüssig. — Die physikalische Untersuchung der Brust und des Unterleibes ergiebt nichts Abnormes: Function der Lungen, des Herzens, des uropoëtischen Systems vollkommen normal; Verdauung schwach, leicht gestört; Appetit sehr gering, Stuhl bald angehalten, bald diarrhoisch; Urin normal, kein Eiweiss enthaltend.

Die Haut der ganzen Körperoberfläche, vom Kopfe bis zu den Füssen, krank. Auf dem Kopfe zahlreiche, dicht aneinander stehende umschriebene, kleinere und grössere, geröthete Flecken, mit kleinen, dünnen, silberweissen Schuppen bedeckt (Pityriasis rubra.) Nach Abkratzen der Schuppen zeigt sich die Haut trocken, roth, nicht nässend, ohne Blutpunkte. Am deutlichsten sind diese schuppigen Stellen am behaarten Theile des Kopfes, an den beiden Ohrmuscheln, an der Stirne, der Nase und den etwas verdickten oberen Augenlidern. Die Augenwimpern sind gut erhalten; die Conjunctiva ist etwas injicirt. — Eine ähnliche Erkrankung, nur in höherem Grade, findet sich an der Haut des Halses, des Rumpfes und der Extremitäten. Die ganze Hautoberfläche ist mit kleineren und grösseren, runden, etwas prominirenden, quaddelartigen, rothen Efflorescenzen bedeckt, welche normale, theils weisse, theils bräunlich pigmentirte Hautstellen zwischen sich lassen. Diese chronischen

Quaddeln, wenn man sie so nennen darf, sind ebenfalls mit weissen Schuppen bedeckt, die leicht abgezogen werden können und dann eine glatte, trockene, nicht nässende und nicht blutende rothe Fläche wahrnehmen lassen. Die grössten derartigen Infiltrate der Haut erreichen einen Durchmesser von 1 Zoll, so namentlich auf Brust und Nacken. An anderen Stellen der Brust finden sich grössere Hautflächen mit dicht stehenden, rothen Knötchen bedeckt, welche eine unebene Verdickung der Haut darstellen und mit feinen weissen Schüppchen bedeckt sind (Lichen ruber.) — An einzelnen Stellen der vorderen Thoraxfläche, hauptsächlich aber auf den Vorderarmen und den Unterschenkeln, erheben sich vollkommen warzige Wucherungen, dicht stehend, mehrere Linien hoch, makroskopisch schon als papilläre, mit dicken Epidermismassen bedeckte Prominenzen erkennbar. Diese warzenartigen Wucherungen entsprechen vollständig dem Bilde der Ichthyosis hystrix oder cornea. An anderen Orten hat die unebene, rauhe, verdickte Haut mehr Aehnlichkeit mit Ichthyosis simplex. — Die Volarfläche der Hände ist grösstentheils pergamentartig verdickt und mit starken, schuppigen Epidermidalmassen und Platten überzogen; den Falten entsprechend finden sich tiefe, sehr schmerzhafte Einrisse und Sprünge der Haut. Die Dorsalseite der Hände ist mit den oben beschriebenen rothen, schuppigen Erhabenheiten bedeckt. Die Beweglichkeit, namentlich das Ausstrecken der Finger, ist auf diese Weise bedeutend erschwert und in hohem Grade schmerzhaft; während der Kranke, ein ausgezeichneter Organist, früher mit Leichtigkeit eine None spannen konnte, ist er jetzt kaum im Stande, eine Sexte zu greifen.

Ausserdem finden sich auf der Körperoberfläche, namentlich an den unteren Extremitäten, zahlreiche kleinere und grössere Geschwüre, im Ganzen etwa 50—60. Das grösste sitzt an der Aussenseite des linken Oberschenkels, oberhalb des Kniees; es ist rund und hat einen Durchmesser von 4 Zoll. Ein etwas kleineres sieht man an der Innenseite des linken Kniees. Diese Geschwüre sind theils einfache, oberflächliche Excoriationen, theils ausgebreitete, stark wuchernde, einige Linien über das Niveau der Haut hervorragende Exulcerationen. In die Tiefe dringende und grössere Substanzverluste setzende Ulcera waren nicht zugegen. Die ältesten und grössten bestehen seit beiläufig $2^1/_2$ Jahren. Sie bilden sich nach Angabe des Kranken mechanisch durch Kratzen an den infiltrirten Hautstellen. Nach Entfernung der Epidermis sickert etwas blutiges Serum aus der excoriirten Stelle, diese

heilt nicht, greift immer weiter um sich, bis zuletzt die beschriebenen grossen Geschwüre zu Stande kommen. Diese zeigen eine grosse Neigung zu starken und schwer zu stillenden Blutungen, was ich namentlich zu beobachten Gelegenheit hatte, als ich zum Zwecke der mikroskopischen Untersuchung unter Chloroformnarcose ein Stückchen Haut von einem Geschwüre abtrug; die ziemlich starke Blutung dauerte 3 Tage lang an. Ein anderer, nur oberflächlich geführter Schnitt machte nur eine geringe Blutung. Es entleerte sich nur wenig blasses, wässeriges Blut, das mich an Leukaemie denken liess. Die mikroskopische Untersuchung zeigte jedoch keine Vermehrung der farblosen Blutkörperchen. — Besonders schmerzhaft für den Kranken sind die Veränderungen an den Füssen. Zwischen den stark gerötheten und geschwollenen Zehen ist die Haut excoriirt und nässend, an einzelnen Stellen auch tiefer exulcerirt, eiternd. — Die Nägel der Füsse und Hände sind normal.

Diese zahlreichen Geschwüre an den verschiedensten Theilen des Körpers, welche sehr schmerzhaft sind, steigern nun die Qualen des Kranken in hohem Grade. Die leichteste Berührung ist ihm unerträglich, die leichtesten Fomentationen, einfache Salben und Verbände, ja ein gewöhnliches Wasserbad vermehren die Schmerzen. Er ist nicht im Stande zu gehen, kann wegen Empfindlichkeit der Fusssohle kaum aufrecht stehen und wegen allgemeiner Körperschwäche nur kurze Zeit aufrecht sitzen. Sogar das Umdrehen im Bette kostet ihm eine grosse Anstrengung. Abgesehen von den durch die Geschwüre bedingten Schmerzen klagt Patient über eine sehr grosse Empfindlichkeit der Haut im Allgemeinen, über einen „allgemeinen Hautschmerz“, wie er es nennt, der ganz unabhängig ist von den vorhandenen Excoriationen und Ulcerationen. In den Fingerspitzen dagegen will er bisweilen eine gewisse Stumpfheit und Unempfindlichkeit bemerken, die wohl von den dick aufgelagerten Epidermismassen herrühren dürfte. — Erwähnen muss ich noch die grosse Empfindlichkeit des Kranken gegen Kälte; je wärmer das Zimmer, desto angenehmer ist es ihm, in einer Temperatur von 18—19° R. fühlt er sich am behaglichsten.

Einen eigenthümlichen Anblick gewährt noch die Haut des Kranken an einzelnen Körperstellen, so besonders am Rücken, durch ihre verschiedene Färbung. Rothe, quaddelförmige Erhabenheiten, mit weissen Schuppen bedeckte grössere und kleinere Flecken, dunkel gefärbte warzige Verdickungen, nor-

male und bräunlich pigmentirte Hautpartien, glänzend weisse, ganz pigmentlose, sehr glatte Stellen (die glatten, weissen Narben früherer Geschwüre) wechseln unregelmässig mit einander ab und geben der Haut ein buntscheckiges Aussehen.

Professor Buhl, welcher die Güte hatte, die kranke Haut mikroskopisch zu untersuchen, theilt über den Befund Folgendes mit:

„An den behufs einer mikroskopischen Untersuchung ausgeschnittenen Stückchen Haut (s. die von Dr. med. Ruprecht angefertigten Abbildungen auf Taf. III. Fig. 1 in 60-, Fig. 2 in 300maliger Vergrösserung) fanden sich mehrfache interessante Details:

Die Epidermis (*a*) lag in unregelmässig verdickten Schichten auf und waren die dicksten Massen zu plumpen Hornschuppen zerklüftet, ohne dass die Zellen derselben selbst eine besondere Veränderung eingegangen waren. Auch das Lager des Rete Malpighi (*b*) war nur etwas reichlicher vertreten, stellenweise braun pigmentirt — eine weitere Veränderung konnte nicht wahrgenommen werden. Um so mehr fiel die Form und das Volum der Papillen (*c* im Längs-, *d* im Querschnitte) auf. Man sah selten einfache, sondern fast nur zusammengesetzte; sie hatten gewöhnlich eine Birn- oder auch eine Keulenform, d. h. waren in der Mitte ihrer Länge umfänglicher, als an der Basis. Ihr ganzes Volum aber hatte, wie die mikrometrische Beobachtung erwies, um das 3—6fache des Normalen zugenommen und war dies insbesondere in der Höhe bemerkbar, welche $^1/_5$—$^2/_5$''' betrug. Die kolbenförmig abgerundete Spitze zeigte oftmals seichte oder tiefere Einkerbungen als Andeutung, dass sie aus mehreren Papillen zusammengesetzt war. Der wichtigste Befund ergab sich aber im Innern, in der Substanz der Papillen. Sie war durchsät von glänzenden, 0,008—0,01 Mm. und mehr im Durchmesser haltenden, hie und da deutlich geschichteten Körpern (*e*), welche eng aneinander in Längsreihen oder scheinbar ohne Ordnung gelagert waren. Ihre ganze optische und mikroskopische Beschaffenheit, nämlich ihr Verhalten zu Jod und Schwefelsäure, liessen keinen Zweifel, dass sie unter die sogenannten amyloiden Körper zu rechnen seien. Sie begannen fast immer an der Basis der Papille, erreichten ihre grösste Zahl und ihr grösstes Volum in der keulen- oder kolbenförmigen Anschwellung derselben. Feine Schnitte liessen erkennen, dass mit der Grösse und der glänzenderen Beschaffenheit der Körper nicht nur die bekannte Jod-Schwefel-

säure Reaction schärfer hervortrat, sondern auch die Fähigkeit, sich in einer Carminlösung auf rasche Weise roth zu imbibiren, immer mehr verloren ging.

Gerade durch die letztere Eigenschaft wurde auch ausser allen Zweifel gesetzt, dass die Körper nichts Anderes als in ihrer Substanz umgewandelte Zellen oder Zellenkerne sein konnten, denn die grossen farblosen Körper gingen allmälig durch kleinere, leichter und stärker geröthete, endlich in die unveränderten, dunkelroth gefärbten Zellenkerne über. Nicht minder wurde klar, dass diese Zellenkerne den Wandungen der in die Papille sich hinaufschlängelnden und unter einander anastomosirenden Capillargefässe angehörten, und dass sie in ganz enormer Weise vorerst gewuchert sein mussten. Schon an den horizontal am Fusse der Papillen verlaufenden Gefässästchen, aus welchen die senkrechten Papillenschlingen ihren Ursprung nahmen, bemerkte man eine bedeutende Vermehrung der Kerne, ohne dass ihre übrige Beschaffenheit schon abgeändert gewesen wäre. Während bei einer gesunden Haut diese Horizontalgefässe in einer Längsausdehnung von 10 Mm. 1—2 Kerne besitzen, fanden sich hier in derselben Strecke 3—5 vor.

Die Haar- und Schweissdrüsen waren unversehrt, nur schienen die Spiralgänge der letzteren in den dickeren Epidermislagen vernichtet zu sein.

Man hatte es also nicht blos mit einer einfachen Verdickung des Papillarkörpers und der darüberliegenden Epidermis zu thun, sondern das Wesentliche bestand in einem übermässigen Wachsthume der Capillargefässschlingen, und nicht nur in der Weise, dass dieselben einfach grösser geworden waren und seitliche Schlingensprossen getrieben hatten, sondern darin, dass das Wachsen mit ungewöhnlicher Vermehrung und nachträglicher amyloider Umwandlung der Kerne ihrer Wandung verbunden war. Die genannte Degeneration, welche sonst in den Gefässwandungen selbst ihren Sitz hat und nicht blos von ihren Kernen ausgeht, muss nun einerseits als Ursache der Starrheit der Gefässwandungen und der sofort verstärkten hämophilen Beschaffenheit der kranken Hautstellen, sowie andererseits als die Ursache der Verschorfungen und des Abfalls ganzer Papillarreihen in Folge von Unwegsamwerden der Gefässchen für den Blutstrom, somit der Herstellung von Ulcerationen betrachtet werden. Die in den tieferen Cutisschichten vorhandenen Wucherungen von nicht amyloid sich umwandelnden Kernen (resp. Zellen) veran-

lassten sodann die Heilung der Geschwürsstellen, die Entstehung der weissen glatten Narben."

Was die Behandlung dieses eigenthümlichen Hautleidens anbelangt, so erschöpfte der Kranke so ziemlich den ganzen Schatz der gegen chronische Exantheme gebräuchlichen Mittel, die sich alle als unwirksam erwiesen. Am Anfange der Krankheit gebrauchte v. O. zuerst die Morrison'schen Pillen, und zwar mit einigen Unterbrechungen 3 Jahre lang. Während des Gebrauchs derselben will er sich etwas besser befunden haben, nach Aussetzen derselben wieder schlechter. — Später ging er auf 3 Monate nach Heilbronn, trank täglich 1 Mass von der Adelheidsquelle und badete täglich; dadurch vermehrte sich sein Hautschmerz und er fühlte sich überhaupt schlechter auf das Bad. — Alsdann gebrauchte er in Thalkirchen 3 Monate lang die Wassercur; sie steigerte seine Schmerzen noch mehr, besonders in den Fusssohlen, auf denen sich grosse, mit Wasser gefüllte Blasen bildeten. — Nun trat er in das hiesige Krankenhaus ein und nahm 2½ Monate lang das Dect. Zittmanni; die Wunden der Haut, sowie die Verhärtungen sollen darauf verschwunden sein, stellten sich aber sehr bald wieder ein. — Hierauf nahm er 3 Monate lang Leberthran mit Jodkalium, bis er allen Appetit verlor; alsdann ging er zum Dect. Sassaparillae über, das er ebenfalls einige Monate gebrauchte. — Hierauf begab er sich auf 2 Monate nach dem Schwefelbade Höhenstadt, aber ohne allen Erfolg: später auf 2 Monate in das Schwefelbad Abbach, ebenfalls ohne Erfolg. — Darauf nahm er im hiesigen Krankenhause 2 Monate lang die Tinct. arsenicalis Fowleri, deren Gebrauch er auch ausserhalb des Spitales noch 1 Jahr lang fortsetzte. — Hierauf nahm er 6 Wochen hindurch stark abführende Pillen, dann wieder Dect. Sassaparillae, hierauf abermals 1½ Jahre lang die Tinct. arsenic. Fowleri. — Hierauf gebrauchte er 3 Monate lang die Semmelcur; dann wurde er in Nürnberg mit sehr starken Aetzmitteln in Einreibungen und Bädern behandelt, aber ebenfalls ohne Besserung; dann liess er sich 6 Monate lang im hiesigen Dianabade behandeln, machte hierauf eine Räucherungscur durch, wobei er sich in einen mit Species aromaticae durchräucherten Kasten setzte, und kehrte schliesslich abermals zum Arsenik zurück. —

Meine Behandlung des Kranken während seines viermonatlichen Spitalaufenthaltes war folgende: zuerst suchte ich durch eine roborirende Behandlung die Kräfte zu heben und die grosse Schwäche zu beseitigen. Zu diesem Zwecke liess ich ihn längere Zeit hindurch ausser kräftiger Kost Tinct. Martis

pomat. und Eisenbäder gebrauchen. Um die stark gespannte, schmerzhafte Haut geschmeidiger zu machen und die dicken Epidermidalmassen zum Abstossen zu bringen, wurden Einpinselungen mit Glycerin, später Umschläge mit Leberthran und mit Olivenöl angewendet. Da sich der Zustand nicht besserte, bekam der Kranke wöchentlich einige Dampfbäder und wurde am ganzen Körper mit Sapo viridis eingerieben. Auf diese Behandlung trat einige Besserung ein, es erfolgte eine starke Abschuppung, die Haut war daher weniger dick und weniger gespannt; aber die Besserung war nur vorübergehend. Ich versuchte daher stärkere Mittel und liess dem Kranken Umschläge einer starken Kalilösung (Liq. Kali caust. ℥j auf aq. dest. ℔j) machen, was die furchtbarsten Schmerzen hervorrief, so dass wir bald von dem Mittel abstehen mussten. Längere Zeit wurde v. O. auch mit Theereinreibungen behandelt, aber ebenfalls ohne Erfolg. — Die Geschwüre wurden natürlich bei den Einreibungen sowohl, als bei den Umschlägen geschont und theils mit Cerat. simpl., theils mit Ungt. Zinci, theils mit Ungt. opiat. verbunden. — An eine eingreifende innere Behandlung konnte ich um so weniger denken, als alle früheren Mittel nichts genützt hatten und der Kranke in hohem Grade marastisch war.

Er verliess ungeheilt die Anstalt, so ziemlich in demselben Zustande, wie er gekommen. Nachdem er sich noch einige Monate hier aufgehalten, wurde er in das Priesterhospital zu Neuburg a/D. aufgenommen, wo er von Herrn Dr. *Beurer*, welcher die Güte hatte, mir noch einige Notizen über Herrn v. O. zukommen zu lassen, mit lauwarmen Bädern, einfachem Verbande der Geschwüre, innerlich mit Dect. Sassaparillae behandelt wurde. Unter allmäliger Abnahme der Kräfte und zum Skelet abgemagert starb der Kranke am 8. Oct. 1860. — Die Section wurde leider nicht gemacht! —

Epikrisis. Wenden wir uns nun zuerst zur Diagnose dieser Krankheit, so muss vor Allem ihre grosse Aehnlichkeit mit *mehreren* chronischen Hautleiden auffallen, nämlich mit Pityriasis rubra, Psoriasis, Lichen ruber, Eczema squamosum und Ichthyosis. Sie zeigt aber andererseits wieder, namentlich wenn man die Entstehung und den ganzen Verlauf der Krankheit ins Auge fasst, *wesentliche* Verschiedenheiten von *jeder* der angegebenen Formen. Man könnte sagen, dass die genannten Hautkrankheiten *zu gleicher Zeit* vorhanden waren, dass dieselben Formen, welche man gewöhnlich als verschiedene Species unterscheidet, hier auf demselben Individuum sich zusammenfanden, dass aber keine derselben

unserem Krankheitsbilde vollkommen entspricht. Es ist eine Krankheit der Haut, die ich weder aus der Literatur kenne, noch jemals am Lebenden gesehen habe; eine Krankheit, die auf einer eigenthümlichen Hypertrophie der Epidermis und Cutis mit amyloider Degeneration der letzteren beruht.

Es entsteht nun die Frage: — eine Frage, die wir freilich bei einer grossen Anzahl von Hautkrankheiten stellen, aber nicht beantworten können — ist die Erkrankung der Ausdruck einer Dyskrasie oder müssen wir sie als eine reine örtliche Störung der Haut auffassen.

Für die Annahme einer Dyskrasie fehlt es in vorliegendem Falle nicht an Anhaltspunkten; wir weisen nur auf die Scrofulose, auf die Haemophilie und auf die amyloide Degeneration hin„ welch' letztere sogar Virchow auf dyskrasischen Ursprung zurückführen zu müssen glaubt. Aber eine derartige anomale Beschaffenheit des Blutes ist nur Hypothese, durchaus nicht erwiesen. Dagegen wissen wir mit Bestimmtheit, dass die Haut des Kranken von Jugend auf eine sehr empfindliche, zarte, weiche und zu Erkrankungen disponirte war, so dass man fragen kann, ob nicht die ganze Krankheit mit allen ihren Folgen mit grösserer Wahrscheinlichkeit als ein rein örtlicher Process aufzufassen sei? Für mich ist die Annahme, dass wir es hier mit einer allerdings in ihren Anfängen nicht näher gekannten anomalen Beschaffenheit des anatomischen Baues der Haut zu thun haben und dass das Ganze nur eine locale Störung war, viel plausibler, als die Annahme einer Dyskrasie, und zwar aus folgenden Gründen.

Der Kranke hatte, wie wir aus der Anamnese wissen, eine sehr empfindliche, zarte Haut. Die geringsten Verletzungen heilten schwer und veranlassten schwer zu stillende Blutungen. Er wurde sehr leicht wund, bekam nach kurzem Liegen Decubitus und, was besonders von Wichtigkeit ist, sowohl auf äussere als auf innere, die Haut treffende Reize, verschiedene Formen von fleckigen und quaddelartigen Ausschlägen. Bäder sowohl, wie der Genuss von Krebsen riefen sie hervor. Alles dies setzt also eine abnorme Zartheit der Haut voraus, eine Disposition zu Erkrankungen derselben, die bestimmt eine anatomische Grundlage hat, mag sie nun in den Gefässen, in der Textur der Cutis und Epidermis, in den Drüsen oder in allen Gebilden zugleich ihren Sitz haben. Hand in Hand damit geht die grosse Empfindlichkeit und

Reizbarkeit der Haut, auf die ebenfalls schon früher aufmerksam gemacht wurde.

Der anatomische Bau, die Zartheit und Empfindlichkeit der Haut spielt gewiss bei allen Hautkrankheiten eine sehr grosse Rolle und wird meines Erachtens viel zu wenig beachtet. Es gilt dies sowohl für die rein örtlichen, als auch für die auf inneren Störungen, namentlich specifischen Krankheiten beruhenden Veränderungen der Haut. Die einfachsten Hautreize, Kälte, Wärme, Sinapismen etc. äussern je nach der Beschaffenheit der Haut eine sehr verschiedene Wirkung. Der Flohstich geht bei dem Einen spur- und empfindungslos vorüber, bei dem Anderen macht er ein der Purpura ähnliches kleines Blutextravasat (ich erinnere nur an die häufige Verwechselung der Flohstiche mit den Petechien im exanthematischen Typhus), wieder in anderen Fällen veranlasst er grosse, lebhaft geröthete und stark juckende Quaddeln. Aehnliche Verschiedenheit beobachten wir in der Wirkung der Krätzmilbe auf die menschliche Haut. Während wir in einem Falle mit zarter Haut starke Bläschen- und Pusteleruption mit heftigstem Jucken und in Folge des Kratzens ausgebreitete und tiefe Excoriationen haben, finden wir bei anderen Scabiösen mit unempfindlicher, dicker Haut nur geringe Eruption und unbedeutendes Jucken, so ausgebreitet die Krätze auch sein mag. So lag vor Kurzem eine Scabiöse auf meiner Abtheilung, deren ganzer Körper dicht besät war mit Gängen, Knötchen und Bläschen, — also mit den von der Milbe selbst gesetzten Veränderungen. Dagegen sah man nur Spuren unbedeutender, vom Kratzen herrührender Excoriationen, und die Kranke gab an, dass sie gar kein Jucken empfinde und in der Nachtruhe durchaus nicht gestört sei. Bei der klinischen Demonstration nahm der Praktikant Anstand, den Fall für Scabies zu erklären, weil nach der bestimmten Versicherung der Kranken das Jucken gänzlich fehlte.

Auch bei dem einfachen Ekzema fand ich zu wiederholten Malen das Jucken nur sehr unbedeutend, andererseits bei Syphiliden, die in der Regel gar nicht jucken, starkes Jucken, namentlich bei ausgebreiteten und raschen Eruptionen von Papeln.

In ähnlicher Weise hat die Beschaffenheit der Haut gewiss auch bei den nach harzigen Mitteln, Krebsen etc. entstehenden Exanthemen den grössten Einfluss auf das Zustandekommen des Ausschlages. Cubeben, Copaivabalsam, Terpentin etc. werden resorbirt und wirken vom Blute aus reizend auf die Haut; dieser Reiz findet bei allen Menschen statt, welche die

Mittel genommen, aber nicht bei Allen rufen sie den bekannten Flecken- oder Quaddelausschlag hervor, sondern nur bei Jenen, welche die dazu disponirende, empfindliche und reizbare Haut haben.

Selbst bei den durch Ansteckung entstehenden Exanthemen, und zwar bei acuten (Scharlach, Masern, Blattern), wie chronischen (Syphilis) lässt sich denken, dass die Beschaffenheit der Haut grossen Einfluss auf die Intensität und Extensität der Eruption hat. Nicht die Quantität des übertragenen Contagiums bedingt, wie ich glaube, die geringere oder stärkere Eruption des Exanthems, — denn ein Minimum des Blattern- oder syphilitischen Virus genügt, um die schwersten und ausgebreitetsten Formen hervorzurufen, — sondern die Beschaffenheit der Haut ist gewiss das wesentlichste dabei. Rechnet man in der Regel auch die acuten Exantheme zu den Hautkrankheiten, so geschieht dies eben doch nur aus dem Grunde, weil die Affection der äusseren Haut das am meisten in die Augen fallende Symptom ist; die durch ein specifisches Contagium hervorgerufene Bluterkrankung ist gewiss das Wesentliche dieser Processe, wie uns denn auch die Erfahrung zwingt, Scharlach und Masern sine exanthemate anzunehmen. Auch die Syphilis ist für mich eine specifische Erkrankung des Blutes, welche namentlich zu Ablagerungen in der äusseren Haut disponirt. Allein wir finden die schwersten Fälle von Syphilis, bei denen niemals, oder vielleicht nur leicht und vorübergehend die äussere Haut ergriffen wird. In anderen Fällen ist es von Anfang an fast ausschliesslich die äussere Haut, auf welcher sich der Process localisirt. Die Pars minoris resistentiae hat gewiss hier ihre Berechtigung.

Einen weiteren Beleg für unsere soeben erörterte Ansicht finden wir auch in den verschiedenen Formen, unter denen die Exantheme bei verschiedenen Individuen auftreten. Ich erinnere nur an die Verschiedenheiten des Ekzema, des Scharlachs, der Masern etc.

Genug hievon. Ich will mit dieser Abschweifung nur sagen, dass die anatomische Beschaffenheit der Haut von dem grössten und entschiedensten Einflusse auf die Entstehung, auf die Form und auf die Ausbreitung der Exantheme ist. Es gilt dies sowohl von den allgemeinen, durch innere Ursachen bedingten Krankheitsprocessen (resinöse Exantheme, Scharlach, Masern, Blattern, Syphilis), als auch von den rein localen durch directe äussere Hautreize hervorgerufenen Ausschlägen. Manche Krankheit der äusseren Haut rechnete man

früher zu den Dyskrasien, die man jetzt, nachdem man die örtliche Ursache und somit die Natur der Krankheit kennen gelernt, für einen einfach localen Krankheitsprocess ansieht; ich erinnere nur an die Krätze. So dürfte sich bei mancher anderen Hautkrankheit, die man noch für eine Dyskrasie oder wenigstens für eine allgemeine Erkrankung ansieht, die rein örtliche Natur des Processes dadurch zu erkennen geben, dass man anatomische Veränderungen, Anomalien im Baue der Haut nachweist, wodurch eine so empfindliche, reizbare, zu Entzündungen oder Blutungen disponirte Haut entsteht, dass schon die gewöhnlichsten und einfachsten Hautreize, die bei normaler Haut keinen Einfluss äussern, verschiedene Formen der Exantheme hervorrufen. Wärme, Kälte, chemische Reize, starke Schweisssecretionen, mechanische Einwirkungen (Urticaria factitia, Gull, Schmidt's Jahrbücher. Bd. 106. pag. 181) etc. wären alsdann derartige Gelegenheitsursachen für Hauterkrankungen.

Bei unserem Kranken nun war von Jugend auf eine zu Erkrankung sehr disponirte Haut vorhanden. Anfangs traten nur zeitweise und vorübergehend auf gewisse innere und äussere Reize umschriebene Entzündungsherde auf der Haut auf; allmälig blieben sie constant, nahmen an In- und Extensität zu, bis zuletzt die beschriebene Hypertrophie und Verdickung der ganzen Haut zu Stande gekommen ist.

In dieser krankhaft veränderten Haut finden wir vergrösserte Capillargefässschlingen mit Vermehrung und amyloider Umwandlung der Kerne ihrer Wandungen. Wir haben also hier eine Anomalie in dem anatomischen Bau der Gefässe, welche als Ursache einzelner Krankheitserscheinungen, so namentlich der Haemophilie und der Ulcerationen der Haut angesehen werden kann. In welcher Beziehung aber dieser mikroskopische Befund zum ganzen Krankheitsbilde steht, ob er Ursache oder Folge ist, lässt sich wohl nicht bestimmen. Der Kranke war seiner Angabe nach schon in frühester Jugend Bluter; sollte damals schon amyloide Degeneration der Capillaren der Haut bestanden haben? Oder bildete sich in Folge der häufig wiederkehrenden umschriebenen Hautentzündungen zuerst Hypertrophie der Papillen, im Zusammenhange damit Verdickung der Epidermis, Vergrösserung und Wachsthum der Gefässschlingen, und zuletzt, als Endglied in diesem Krankheitsprocesse, die amyloide Umwandlung? Weitere mikroskopische Untersuchungen der Gefässe bei der ihrem Wesen nach uns noch völlig unbekannten Haemophilie, sowie der Haut bei den verschiedenen mit

Hypertrophie einhergehenden chronischen Exanthemen müssen noch näheren Aufschluss über den bis jetzt vereinzelt dastehenden Befund der amyloiden Degeneration der Capillargefässe der Haut geben.

Sehr zu bedauern ist, dass wir über den Zustand der inneren Organe des Kranken Nichts wissen, da die Section leider nicht gemacht worden ist. Waren auch während des Lebens ausser Verdauungsstörung keine Erscheinungen und physikalisch nachweisbaren Veränderungen vorhanden, welche auf Erkrankung der Lungen, des Herzens, der Leber und der Nieren schliessen liessen, so folgt daraus noch keineswegs, dass die amyloide Degeneration nur auf die äussere Hautdecke beschränkt war; jedenfalls lässt die anhaltend schwache Verdauung im Zusammenhange mit dem hochgradigen Marasmus die Vermuthung zu, dass die genannte Veränderung in den Gefässen des Darmkanals, wo sie ja häufig vorzukommen pflegt, auch in unserem Falle vorhanden war.

Ueber Kloakbildung.

Von

Dr. **F. Matthaei** in Göttingen.

(Hierzu Tafel IV. u. V.)

Zwei Fälle von Kloakbildung, die mir gleichzeitig vorlagen, geben mir Anlass zu einigen Reflexionen über diese häufig beschriebene, aber in Bezug auf ihre Entstehung immer noch räthselhafte Missbildung.

Die erste Beobachtung betrifft ein Kind, welches in Barfelde im Hildesheimischen am 7. December 1860 geboren wurde. — Mein Onkel, Physikus C. Matthaei in Gronau, war von den Eltern wegen einer Verunstaltung am Unterleibe und am Rücken des Kindes zu Rathe gezogen. — Am 24. Dec., da ich gerade in Gronau anwesend war, hatte ich Gelegenheit, das Kind noch bei seinen Lebzeiten zu Gesicht zu bekommen und zugleich Folgendes über die Verhältnisse der Familie und den Verlauf der Schwangerschaft und Geburt in Erfahrung zu bringen. Die Eltern sind arme Bauersleute. Die Mutter, eine gesunde und kräftige Frau, ist 36 Jahre alt, hat ausser diesem letzten schon vier Kinder gehabt, von denen das zweite gestorben ist und das jüngste vor 2 Jahren zur Welt kam. Die drei noch lebenden Kinder sind vollkommen gesund und wohlgebildet, und ebenso soll das gestorbene durchaus frei von äusseren Fehlern gewesen sein. Dasselbe ist der Fall mit den beiden Eltern und kann die Mutter sich nicht entsinnen, dass in ihrer oder ihres Mannes Familie eine Missgeburt vorgekommen wäre. — Die Schwangerschaften der Mutter haben alle die gehörige Zeit gedauert und die Geburten sind, bis auf die erste, leicht vor sich gegangen. Auch die letzte, also die fünfte Schwangerschaft hatte die normale

Dauer und verlief bei vollständiger Gesundheit, ohne durch irgend welche schädliche Einflüsse gestört zu werden. Am 7. December 1860 kam das Kind nach 12stündigen Wehen ohne besondere Schwierigkeiten, mit dem Kopfe voran, zur Welt.

Gegenstand der zweiten Beobachtung ist ein Präparat der hiesigen anatomischen Sammlung, welches Hr. Prof. Henle mir zur Untersuchung zu übergeben die Güte hatte. Es befindet sich, in Spiritus aufbewahrt, seit Jahren in der Sammlung und liegen keinerlei Notizen darüber vor.

Ich lasse zunächst die Beschreibung der beiden Fälle folgen. Das erste Kind (Taf. IV. Fig. 1—3) erschien sehr zart gebildet und schlecht genährt, mit einem alt aussehenden und verdriesslichen Gesichte, war übrigens, bis auf die näher zu beschreibenden Abweichungen, völlig proportionirt gebaut. Der Nabel, von dem der Nabelschnurrest schon abgefallen, steht tiefer, als gewöhnlich. Unmittelbar unter ihm befindet sich eine hervorragende weiche Masse von rother Farbe und mit einer unregelmässigen, höckerigen Oberfläche. Letztere ist schleimhautähnlich, glänzend und feucht. Die Hervorragung hat eine nahezu rautenförmige Gestalt mit abgerundeten Winkeln und mit dem längsten Durchmesser von oben nach unten. Wenn die Oberfläche des Tumor auf den ersten Blick ganz unregelmässig höckerig erschien, so ergab eine nähere Betrachtung, dass es im Wesentlichen drei Wülste waren, ein mittlerer und zwei seitliche, die die ganze zu Tage liegende Masse ausmachten. Der mittlere Wulst liegt ziemlich in der Medianlinie und erhebt sich in Gestalt eines auf- und rückwärts gekrümmten Höckers, zeigt eine schleimhautähnliche Oberfläche und auf derselben mehrere seichte kurze Querstreifen (Fig. 1 *a*). An seinem oberen Ende befindet sich eine spaltförmige Oeffnung (Fig. 1 *a'*), aus der nach der Aussage der Mutter von Zeit zu Zeit Koth austreten soll. Die beiden seitlichen Wülste sind durch zahlreiche kurze, theils longitudinal, theils quer, theils schräg verlaufende Furchen in viele Wülstchen und Höckerchen getheilt; eine grössere seichte Furche (Fig. 1 *g*) zieht sich 4 Mm. rechts neben der Medianlinie von oben nach unten über den rechten Wulst herunter. Etwa auf der Mitte des rechten Wulstes, medianwärts neben einem kleinen kugeligen Höcker, befindet sich eine kleine Oeffnung (Fig. 1 *b*), von einem mehr bläulich rothen Hofe umgeben, und eine ähnliche, kaum sichtbare (Fig. 1 *c*) auch auf dem linken Wulste, etwas tiefer als die rechte. Aus beiden sickerte der Urin durch, der nach der Versicherung

der Mutter zuweilen auch in einem schwachen Strahle hervorkommen sollte. — Wenn das Kind schrie, so wölbte sich die ganze fleischähnliche Masse mehr hervor und der Harn trat aus den bezeichneten feinen Oeffnungen in Tropfen heraus.

An jeder Seite des unteren Endes des Tumor, von diesem durch eine Furche deutlich abgegrenzt, findet sich eine röthliche, schleimhautähnliche Falte (Fig. 1 *h*). Diese Falten beginnen am Anfange des unteren Viertels des Tumor spitz, werden nach unten hin breiter und dicker, convergiren in ihrem Verlaufe von oben nach unten, so dass sie den unteren Theil des Tumor zwischen sich nehmen, und werden an ihrem unteren Ende durch eine in der Medianlinie befindliche wulstige kleine Erhabenheit (Fig. 1 *i*) vereinigt. Diese Erhabenheit zeigt dieselbe Farbe und Beschaffenheit, wie die beiden Falten, ist rundlich dreieckig oder pyramidal, mit der Spitze nach unten. Nach aussen und unten von den eben beschriebenen Falten zeigen sich zwei grössere und dickere Hautfalten (Fig. 1 *ll*), die ohne deutliche Abgrenzung in die Haut des Bauches und der inneren Schenkelfläche übergehen.

Dicht nach aussen von dem Anfange der inneren, kleineren Falten konnte ich jederseits eine knöcherne Vorragung durchfühlen, die ich für die inneren Enden der nicht vereinigten Schambeine hielt, da ich keine Symphysis pubis durch das Gefühl entdecken konnte.

Die äussere Haut ist gegen den Tumor und die schleimhautähnlichen Falten scharf abgegrenzt und um das untere Ende des ersteren, sowie auf der oberen, inneren und vorderen Fläche der Oberschenkel geröthet und excoriirt, ohne Zweifel durch den fortwährend aussickernden Harn.

Die Verunstaltung an der hinteren Körperfläche des Kindes besteht in einer hühnereigrossen, durch Flüssigkeit prall gespannten, fluctuirenden, gegen das Licht schwach durchscheinenden Geschwulst, welche auf dem Os sacrum, von der Medianlinie etwas nach rechts abweichend, mit ovaler Basis und mit dem längsten Durchmesser von oben und rechts nach unten und links aufsitzt und von normaler Haut bekleidet ist.

Das Kind hatte, nach der Erzählung der Mutter, einige Stunden nach der Geburt gleich ordentlich die Brust genommen, verlor aber schon nach einigen Tagen den Appetit, wurde immer schwächer, bekam von Tage zu Tage ein älteres und elenderes Aussehen, lag meistens ruhig, von Zeit zu Zeit leise wimmernd da, magerte sichtlich ab und starb endlich am Abend des 24. December an Schwäche, ohne dass irgend

welche besondere Krankheitssymptome wahrgenommen waren. Es hatte also 18 Tage gelebt.

Am 27. December machte ich unter Beisein meines Onkels die Section im Hause der Eltern des Kindes. Es wurde nur die Eröffnung der Brust- und Bauchhöhle gestattet.

Bei einer nochmaligen Besichtigung des Tumors auf der vorderen Unterleibswand fand sich ausser den drei schon erwähnten Oeffnungen eine vierte am unteren Ende des mittleren Wulstes (Fig. 1*e*), die, da sie durch diesen von oben her verdeckt war, während des Lebens übersehen wurde.

Die Organe der Brusthöhle zeigten keine Abnormität.

Nach der Eröffnung der Bauchhöhle zeigte sich die Leber ziemlich gross, sonst aber normal. Magen, Milz, Nieren und Nebennieren waren ebenfalls normal. Das untere Ende (Fig. 2 und 3*c*) des übrigens ganz normal langen und weiten Dünndarmes mündete durch die oben bezeichnete Oeffnung, durch welche während des Lebens Koth austrat, auf dem Tumor der vorderen Bauchwand. Eine in die untere Oeffnung des letzteren (Fig. 1*e*) gebrachte Sonde führte in den etwa 10 Cm. langen, blind endigenden Dickdarm (Fig. 2*d*, 3*d*). — Die etwas erweiterten, aber ganz gerade verlaufenden Ureteren mündeten ebenfalls nach aussen durch die feinen Oeffnungen, die während des Lebens den Urin austreten liessen, auf den seitlichen Wülsten des Tumor. — An der Hinterfläche der vorderen Bauchwand, zu beiden Seiten der Stelle, an welcher der Darm nach aussen mündete, fanden sich zwei ziemlich transversal gestellte, medianwärts weitere und lateralwärts spindelförmig werdende Körper, die sich später als die inneren Genitalien herausstellten. Eine Harnblase wurde nicht aufgefunden.

Die Geschwulst auf dem Sacrum zeigte sich jetzt eingefallen und schlaff. Der Umfang der Basis beträgt fast 16 Cm., der Längsdurchmesser etwa 5, der Querdurchmesser etwa 4 Cm. Nach dem Einschneiden gelangte man in einen geräumigen, mit glatten weissen Wandungen versehenen, mit klarer weingelber Flüssigkeit gefüllten und durch eine runde Oeffnung von etwa 5 Mm. Durchmesser mit dem Wirbelkanale communicirenden Hohlraum.

Die Schambeine waren in der That nicht zu einer Symphysis vereinigt, sondern standen 4 Cm. weit auseinander.

Da die Umstände eine längere Untersuchung nicht gestatteten, so entfernte ich einen Theil der vorderen Bauchwand mit den mich interessirenden Theilen, sowie auch das

untere Ende der Wirbelsäule vom zweiten Lendenwirbel an mit der auf dem Kreuzbein aufsitzenden Geschwulst und unterwarf das auf diese Weise eroberte Präparat in Göttingen einer genaueren Untersuchung, welche Folgendes ergab:

Die Oberfläche des mittleren Wulstes (Fig. 1*a*, 3*g*) ist ganz feinkörnig, chagrainartig, während die der seitlichen Wülste, abgesehen von der durch die zahlreichen Furchen bewirkten Unregelmässigkeit und höckerigen Beschaffenheit, mehr glatt sich zeigt. — Nach links und etwas nach oben von der Kothaustrittsöffnung bemerkt man eine kleine kegelförmige, 6 Mm. hohe, oben mit einem stecknadelknopfgrossen hochrothen Knöpfchen versehene Hervorragung (Fig. 1*f*); die im Uebrigen in Farbe und Beschaffenheit von der der seitlichen Wülste nicht abweicht.

Während man durch die Kothaustrittsöffnung mit der Sonde direct in den Dünndarm gelangt, kommt man durch die jener Oeffnung gegenüberliegende untere, erst in eine sackförmige Erweiterung und dann in den Dickdarm. Von hinten her betrachtet erscheint diese Erweiterung als ein in der Mittellinie liegendes hohles Organ (Fig. 2*e*), 4 Cm. lang und 1 Cm. breit, welches oben die Mündung des Dünn- und unten die des Dickdarms aufnimmt. Betrachtet man die Lage der Organe in situ von hinten her (Fig. 2), so sieht es aus, als ob der Dünndarm, in diesen Sack hineingestülpt, wie von einem Walle oder einer Scheide umfasst würde (Fig. 2*g*), indem nämlich die mittlere Parthie der hinteren Wand des Sackes (Fig. 2*o*) sich vertieft, die seitlichen dagegen wie Wülste den Dünndarm umgeben. Indem man aber den Dünndarm nach hinten anzieht, gleicht sich diese „Scheide“ aus, die Wände des Sackes erscheinen als unmittelbare Fortsetzung der Wände des Dünndarms; gleichzeitig zieht man dadurch auch den auf der äusseren Fläche des Tumor bemerkten mittleren Wulst zurück (Fig. 3*g*): so dass also der letztere als die hinausgestülpte hintere Wand des Dünndarms und des „Sackes“ erscheint. — Von der unteren hinteren Wand des letzteren, nahe über der Einmündung des Dickdarms, gehen zwei gleich grosse und überall gleich dicke (4 Mm. im Durchmesser), 1,3 Cm. lange, nach oben und vorn gebogene blinddarmartige Fortsätze aus, welche hohl sind und jeder mit einer besonderen Oeffnung in die sackartige Erweiterung einmünden. Zwischen diesen Oeffnungen, gerade in der Mittellinie, zieht ein Schleimhautfortsatz wie eine Art Septum von hinten nach vorn (Fig. 3*g*), 2 Cm. lang, hinten 4 Mm. breit, glatt, mit seitwärts schauenden Flächen; nach vorn dünner

und mehr strangförmig werdend. — An der Ausmündungsstelle des Dickdarms befindet sich an seiner vorderen Wand eine niedrige, nach oben concave, halbmondförmige Schleimhautfalte. — Die innere Oberfläche der beiden blinddarmartigen Fortsätze ist ziemlich blass und mit zahlreichen, unregelmässigen kleinen Längs- und Querfalten versehen (Fig. 3 *f*). Auch die Schleimhaut des „Sackes" zeigt in der Umgebung der Einmündung des Dickdarms ein mehr blasses Aussehen, während die ganze übrige Parthie lebhaft roth gefärbt ist und, wie schon von dem mittleren Wulste des Tumor oben bemerkt wurde, eine sehr fein punktirte, sammetartige Beschaffenheit hat und wie eine directe Fortsetzung und Erweiterung des Lumens des Dünndarms erscheint.

Neben der Stelle, an welcher Dünn- und Dickdarm in die aussen vorliegende Masse übergehen, also neben jener sackartigen Erweiterung, befindet sich jederseits eine Scheide (Fig. 2 *ii'*, 3 *i*) und ein Uterus (Fig. 2 und 3 *kk'*) mit Tuba (Fig. 2 und 3 *l*) und Ovarium (Fig. 2 und 3 *m*). Die Wände der beiden Scheiden sind mit den Seitenwänden der beschriebenen sackartigen Erweiterung, die die Ausmündungsöffnungen des Darms aufnimmt, verwachsen. Die Scheiden sind weit und schlaff, die rechte mehr als die linke, und gehen in die spindelförmigen Uteri über, so dass es das Aussehen hat, als ob der Uterus aus seiner Scheide, wie der Flaschenhals aus einer weitbauchigen Flasche, sich fortsetzte. Die Uteri sind fast horizontal nach aussen gerichtet, mit einer geringen Convexkrümmung nach oben, jeder mit abgerundetem Fundus, von welchem, nach aussen und etwas nach hinten gerichtet, die Tuba und nach vorn das Ligamentum uteri rotundum ausgeht. Der rechte Uterus ist 2 Cm. lang, der linke um ein Geringes kürzer. Die Tuba, 2,5 Cm. lang, hängt auf die gewöhnliche Weise mit dem 14 Mm. langen, schmalen und langgestreckten Ovarium zusammen. Die Fundi der Uteri sind etwa 8 Cm. von einander entfernt. — Scheide und Uterus der rechten Seite sind durch reichlichen dünnen, weisslichen Schleim angefüllt und ausgedehnt, die der linken Seite enthalten einen dickeren, zähen Schleim. In der rechten Scheide finden sich zahlreiche unregelmässige Fältchen, die in der linken etwas regelmässiger angeordnet sind, so dass man hier schon eher wirkliche Columnae rugarum erkennen kann. Die Wände der Uteri sind kaum 2 Mm. dick. Sie zeigen sich in der unteren Hälfte (Fig. 3 *s*, *t*) von etwas festerer Consistenz und findet man in dieser Strecke auf der inneren Oberfläche deutliche Plicae palmatae.

Was nun die äussere Ausmündung der Genitalien anbelangt, so konnte dieselbe erst nach längerem und genauem Suchen entdeckt werden. — Eine in ein an der vorderen inneren Wand der rechten Scheide befindliches kleines Loch eingebrachte Sonde (Fig. 3 *p*) erscheint aussen auf dem rechten Randwulste und zwar in derselben Oeffnung, aus der während des Lebens Harn austrat. Indem man diese Oeffnung etwas aus einander zieht, bemerkt man etwa 4 Mm. unter der äusseren Oberfläche, lateralwärts und etwas nach oben von der Sonde, durch ein schmales Schleimhautfältchen von ihr geschieden, eine zweite feine Oeffnung, die zu dem rechten Ureter führt. Es findet sich also rechts ein 4 Mm. langer, den Harn- und Geschlechtsorganen gemeinschaftlicher Ausmündungsgang. Auf der linken Seite ist das Verhältniss ein anderes. Da öffnet sich die Scheide getrennt von dem Ureter mit einer feinen, spaltföimigen, am unteren Winkel der vorliegenden fleischigen Masse, nahe der Mittellinie befindlichen Oeffnung (Fig. 1 *d*). In derselben bemerkt man medianwärts eine schmale Longitudinalfalte, die sich in das Faltensystem der Scheide fortsetzt, zahlreiche Querfältchen abschickend und so eine Columna rugarum constituirend.

Nachdem die innere Untersuchung also dargethan hat, dass das Kind weiblichen Geschlechtes ist, sind wir nun wohl berechtigt, jene oben beschriebenen, den unteren Winkel des Tumor umfassenden schleimhautähnlichen Falten für Andeutungen der Labia minora und die beiden äusseren Hautfalten für Labia majora anzusprechen.

Von einer Harnblase ist keine Spur zu entdecken. Die beiden Oeffnungen, aus denen der Harn abfloss, führen beide direct in den Ureter der entsprechenden Seite. Jederseits steigt der Ureter an der äusseren Wand der Scheide und mit dieser eine kurze Strecke verwachsen herab.

Eine nähere Untersuchung des Sacrum mit der aufsitzenden Geschwulst ergab eine mangelhafte Schliessung des unteren Theiles des Wirbelkanales, indem vom zweiten Kreuzwirbel an jede knöcherne Hinterwand desselben fehlt und durch ein Fettpolster ersetzt wird, bis auf eine runde Oeffnung von 5 Mm. Durchmesser unter dem Bogen des ersten Kreuzwirbels. Durch diese Oeffnung sind sämmtliche Rückenmarkshäute bruchartig hervorgetrieben und bilden mit der mit ihnen verwachsenen äusseren Haut die Wandung der oben beschriebenen Geschwulst. Die äussere Haut über derselben ist nur sehr wenig verdünnt und grösstentheils mit der Dura mater eng verwachsen; diese Verwachsung beginnt nach rechts von der

Bruchpforte, etwa 2 Cm. von letzterer entfernt, sonst überall durchschnittlich 1 Cm. vom Umfange derselben. Die Rückenmarkshäute sind ebenfalls kurz nach ihrem Austritte aus dem Wirbelkanale unter einander verwachsen. Die drei ersten Sacralnerven entspringen an der Basis des von den Rückenmarkshäuten gebildeten Bruchsackes. Das Rückenmark selbst sieht man im Grunde der Oeffnung, durch die der Sack mit dem Wirbelkanale communicirt, zu Tage liegen. Es scheint sich noch eine kleine Strecke unterhalb der Meningocele im Sacralkanale fortzusetzen; übrigens konnte wegen der vorgeschrittenen Fäulniss über sein Verhalten nichts Näheres mehr festgestellt werden.

Das Präparat befindet sich jetzt in der Sammlung des anatomischen Theaters in Göttingen.

Das missbildete Kind, das ich aus dieser Sammlung zu untersuchen erhielt (Taf. V.) ist ohne Schädeldach und Gehirn. Die Arterien desselben sind mit rother, die Venen mit grüner Wachsmasse injicirt. Das Kind ist bis auf die gleich näher zu beschreibende Abnormität an der vorderen Bauchwand wohlgebildet und proportionirt gebaut.

Die Länge des Kindes von dem abgesägten Rande des Schädels über der Protuberantia occipitalis externa bis zur Ferse beträgt	38	Cm.
Der Umfang des Kopfes längs des abgesägten Knochenrandes	30	-
Durchmesser von der Nasenwurzel bis zur Protuberantia occipitalis externa	10,5	-
Von der einen Schulterhöhe zur anderen	12	-
Von der einen Spina anter. sup. ossis ilium zu der der anderen Seite	8	-
Länge der oberen Extremität von der Schulterhöhe bis zur Spitze des Mittelfingers	18	-
Länge der unteren Extremität von der Spina anter. sup. ossis ilium bis zur Ferse	18	-
Länge des Rumpfes von der Höhe der Schultern bis zum Steissbein	17	-

Der Körper erscheint für ein ausgetragenes Kind etwas klein; jedoch das ganze Aussehen desselben, die gehörige Entwickelung in allen seinen Theilen (abgesehen natürlich von der Missbildung), sowie die normale Haar- und Nagelbildung sprechen für die Reife der Frucht.

Die erwähnte Abnormität befindet sich an der vorderen Bauchwand. Sie besteht in einer grossen, den grössten Theil

der vorderen Bauchwand einnehmenden Hervorragung von im Ganzen ovaler Gestalt, mit dem grössten Durchmesser von oben nach unten. Sie beginnt 1,5 Cm. unter dem unteren Ende des Körpers des Brustbeines und erstreckt sich von da in ihrem grössten Längsdurchmesser 7,5 Cm. weit nach unten, während ihr grösster Breitendurchmesser, ziemlich in der Mitte zwischen ihrem oberen und unteren Ende, etwa 6,5 Cm. beträgt. Das Maximum ihrer Vorragung über die vordere Bauchwand befindet sich etwa in der Mitte der ganzen Masse und beträgt gegen 3,5 Cm. — Der ganze Tumor ist deutlich in zwei ziemlich gleich grosse Hälften, eine obere und untere, geschieden. Die obere Hälfte ist ganz glatt, stark convex vorragend und stellt eine Hernia umbilicalis dar, die, nach dem Gefühle zu urtheilen, von der Leber völlig ausgefüllt wird (Fig. 4 *bb*). Die äussere Haut ist gegen diese Hernia deutlich und scharf abgegrenzt und zwar durch einen 4 Mm. breiten, schwach vorragenden Saum (Fig. 4 *aa*). Dieser Saum ist es auch, der die obere Hälfte des Tumor von der unteren deutlich abgrenzt, indem er von jeder Seite her auf den Tumor selbst übergeht. Jedoch ist diese Abgrenzung keine vollständige, indem der erwähnte Hautsaum jeder Seite gegen die Medianlinie hin immer schmaler wird (Fig. 4 *a′ a′*) und dann spitz endet, so, dass die Entfernung zwischen diesen beiden spitzen Endigungen etwa 1,3 Cm. beträgt. — Der Bruchsack besteht aus zwei Blättern, von denen das äussere mit dem beschriebenen Hautsaume fest verwachsen ist, so dass es in der That wie eine sehr dünne Fortsetzung der äusseren Haut erscheint, während das innere Blatt, welches rings im Umfange des Bruches mit dem äusseren Blatte innig vereinigt ist, als eine Fortsetzung des Peritoneum parietale sich erweist. In der Wandung des Bruchsackes verlaufen die Nabelgefässe. Die Arteria umbilical. dextra kommt in der rechten unteren Ecke der Hernie zum Vorschein, zieht sich nach links und etwas nach oben und tritt nach einem Verlaufe von 6 Cm. Länge etwa 1,5 Cm. links von der Medianlinie nach aussen (Fig. 4 *c*). Die unmittelbar daneben austretende Arteria umbilical. sinistra (Fig. 4 *c′*) hat dem entsprechend einen ziemlich kurzen Verlauf in der Wandung des Bruchsackes (2 Cm.), von der unteren linken Ecke nach rechts und etwas nach oben. Unmittelbar über beiden tritt die dickere Vena umbilicalis ein, welche erst eine kleine Strecke nach links, dann aber wieder nach rechts sich wendet und an der oberen Grenze des Bruches, links von der Medianlinie, in den Bauch sich einsenkt (Fig. 4 *d*). Ihr

etwa 4 Cm. langer Verlauf in der Wand des Bruchsackes beschreibt also einen nach der linken Seite zu convexen Bogen.

Eine gänzlich andere Beschaffenheit zeigt die viel weniger stark vorragende untere Hälfte des Tumor. Sie verhält sich sehr ähnlich, wie die in der ersten Beobachtung beschriebene Hervorragung der vorderen Unterleibswand. Auch hier erscheint die Oberfläche wesentlich rauh und höckerig und deutlich in drei Abtheilungen gesondert, zwei seitliche und eine mittlere. — Die letztere bildet eine wulstige Hervorragung mit einer oberen (Fig. 4 *l*) und einer grösseren unteren Oeffnung (Fig. 4 *n*); durch erstere führt eine eingebrachte Sonde eine kleine Strecke nach rechts und oben, durch die untere mehr nach links und hinten. Die Hervorragung beginnt in dem Raume zwischen den oben erwähnten spitz zulaufenden Endigungen der schmalen Hautsäume und erstreckt sich in einer Länge von etwa 4 Cm. nach unten, während ihre Breite gegen 2 Cm. beträgt. Sie hat ganz das Ansehen vorgestülpter Darmschleimhaut, und zwar zeigt sie in ihrem oberen Theile den Charakter von Dünndarmschleimhaut, indem man hier deutlich zahlreiche Darmzotten erkennen kann, die der Oberfläche ein feinflockiges, sammetartiges Ansehen verleihen. Diese mit Zotten besetzte Fläche grenzt sich oben und zu den Seiten ziemlich deutlich gegen die übrige glatte Oberfläche ab (Fig. 4 *mmm*) und endet nach unten auf einer queren Falte (Fig. 4 *q*), unter welcher sich die untere Oeffnung befindet und die Oberfläche den Charakter von Dickdarmschleimhaut annimmt. Auf dem oberen Theile zeigen sich ein Paar kurze Querfalten, auf dem unteren dagegen bemerkt man zahlreichere, theils quer, theils schräg verlaufende Falten. — Die Entfernung der unteren Oeffnung (Fig. 4 *n*) von dem unteren Ende der Hernia umbilical. beträgt fast 3 Cm. und von der oberen Oeffnung 1,5 Cm. — Ausser diesen beiden Oeffnungen befinden sich etwa in der Höhe der Mitte zwischen ihnen und etwas nach rechts von der Medianlinie noch zwei kleinere Oeffnungen neben einander, 5 Mm. von einander entfernt. Beide lassen eine ziemlich dicke Sonde bequem durchgehen. Die medianwärts liegende Oeffnung (Fig. 4 *p*) führt in einen 5 Mm. langen Kanal, der ganz oberflächlich unter der Schleimhaut des Mittelwulstes nach aussen läuft und an der Stelle blind endigt, wo die lateralwärts liegende Oeffnung (Fig. 4 *o*) sich befindet; seine innere Oberfläche zeigt dieselbe sammetartige Beschaffenheit, wie die Oberfläche des mittleren Wulstes an dieser Stelle. — Die laterale Oeffnung

führt eine eingebrachte Sonde in eine Tiefe von 1,5 Cm. gerade nach hinten.

Der übrige Theil wird im Wesentlichen durch zwei Wülste gebildet (Fig. 4*ff'*), die gegen die Haut der Bauchwand sich ziemlich deutlich abgrenzen, medianwärts aber jederseits weniger scharf in eine schmale glatte, mit Längsfalten versehene Fläche übergehen (Fig. 4*rr'*) und vermittelst dieser mit dem mittleren Wulste zusammenhängen. Die Wülste sind 4 Cm. lang und in ihrem oberen Theile 1,5 Cm. breit, laufen convergirend nach unten und werden zugleich schmaler. Ihre Oberfläche ist durch zahlreiche kurze, im oberen Theile mehr quere, im unteren mehr längs- oder schräglaufende Fältchen und seichte Einschnitte unregelmässig und höckerig. Am Anfange des unteren Drittels findet man auf jedem Wulste eine enge Oeffnung (Fig. 4*kk'*).

Zu den Seiten des unteren Endes des Tumor, von diesem durch eine ziemlich breite, mit zahlreichen kleinen Spalten versehene Furche getrennt, finden sich zwei Falten (Fig. 4*gg*), welche oben spitz beginnen, dann, nach unten convergirend, breiter werden und an ihrem unteren Ende durch eine wulstige, dreieckige, mit der Spitze nach unten gerichtete, kleine Erhabenheit (Fig. 4*h*) in der Mittellinie vereinigt werden. — Nach aussen und unten von diesen Falten finden sich zwei grössere und dickere Hautfalten (Fig. 4*ii*), welche nach oben unmerklich in die äussere Haut der Bauchwand übergehen, gegen die innere Schenkelfläche aber deutlicher abgegrenzt sind und in ihrer Länge gegen 3 Cm., ihrer Breite 1 Cm. betragen. — Aehnlich wie in dem ersten Falle sind auch diese Falten wohl für Labia minora und majora zu halten. Sonst findet sich auch hier von äusseren Genitalien keine Spur und ebensowenig ist von einem After die geringste Andeutung vorhanden. — An der Stelle jederseits, an welcher die äussere Falte aus der Haut des Unterleibes sich entwickelt, kann man die beweglichen inneren Enden der Ossa pubis, 6 Cm. von einander entfernt, durch die Haut durchfühlen.

Ich fand fast die ganze vordere Körperwand durch einen grossen Schnitt von der oberen Brust-Apertur bis zur Höhe der Ossa pubis herab zu einem grossen unten fest sitzenden Lappen gebildet. Indem ich nun diesen Lappen herunterschlage, sehe ich Brust- und Bauchhöhle offen vor mir liegen.

Was zunächst die Organe der Brusthöhle betrifft, so zeigt sich die Thymus stark entwickelt, 3 Cm. lang, 2 Cm. breit, 1 Cm. von vorn nach hinten dick, besonders in ihrem unteren Theile deutlich in einen längeren rechten und in einen kürzeren

und schmaleren linken Lappen getheilt. Sie verdeckt in geringem Umfange den oberen Theil des Atrium dextrum des Herzens. Letzteres ist durch die Injectionsmasse stark gefüllt, und es beträgt in diesem prall gespannten Zustande seine Länge vom oberen Ende des rechten Vorhofes bis zur Herzspitze 5 Cm., sein grösster Umfang an der Grenze zwischen Vorhöfen und Herzkammern 10 Cm. Das Foramen ovale ist bis auf eine schmale Spalte geschlossen. Das Verhalten der grossen Gefässstämme weicht nicht von der Norm ab; der Ductus arterios. Botalli ist noch offen, durch grüne Injectionsmasse gefüllt. Die Lungen zeigen sich normal gebaut.

Werfen wir jetzt einen Blick auf die Organe der Bauchhöhle, so finden wir die Leber sehr bedeutend entwickelt, stark convex vorragend und mit ihrem grössten Theile die Hernia umbilicalis vollkommen ausfüllend. Ihr vorderer Rand ist breit, abgerundet. Ihr grösster Durchmesser von hinten nach vorn beträgt 7 Cm., von rechts nach links 8 Cm., und ihr grösster Dickendurchmesser 4 Cm. Die Gallenblase ragt nicht nach aussen hervor, ist zwischen den sie umragenden Rändern des Lobus dexter und quadratus tief eingebettet. Auch die Fossa hepatis sinistra anterior ist eine sehr tiefe Spalte, und wird die Vena umbilical. durch den linken Leberlappen von unten her ganz umlagert. Gleich nach ihrem Eintritte in die Bauchhöhle senkt sich die Vena umbilicalis in ihre Lebergrube ein. Der Ductus venosus Arantii ist eng, durch grüne Injectionsmasse ausgefüllt. — Die Milz, deren Durchmesser von oben und hinten nach unten und vorn 3 Cm., von rechts nach links 2 Cm. beträgt, zeigt sich von der Eintrittsstelle der Gefässe an in einen vorderen und hinteren Lappen gespalten, so dass es das Ansehen hat, als ob sie rittlings auf den Gefässen aufsässe. — Der Magen zeigt nichts von der Norm Abweichendes. — Der übrigens gehörig entwickelte Dünndarm geht mit seinem unteren Ende an die vordere Bauchwand und man sieht jetzt deutlich, dass der obere Theil des mittleren Wulstes auf der vorderen Unterleibsfläche die nach aussen gestülpte directe Fortsetzung der hinteren Wand des unteren Dünndarmendes ist. Letzteres schickt nach rechts hin einen kleinen, 1 Cm. langen und nur ein Paar Millimeter im Durchmesser haltenden Blinddarm aus (Fig. 5 *m*), dessen Mündung wir schon auf der vorderen Unterleibsfläche bemerkten (Fig. 4 *o*). Der Dünndarm erweitert sich nach unten wie zu einem faltigen, nach vorn offenen Beutel (Fig. 5 *xxx*) und geht mit diesem seinem erweiterten Ende in den Dickdarm über. — Durch die untere weite

Oeffnung des mittleren Wulstes gelangt man mit der Sonde in den Anfang des Dickdarms (Fig. 5*o*), der nun von der vorderen Bauchwand ab nach oben gegen die linke Fossa iliaca, darauf in der Höhe des Promontorium nach rechts sich wendet, um dann nach einem Verlaufe von 1,5 Cm. nach unten vor der Vorderfläche des Kreuzbeins, etwas nach rechts von der Mittellinie, blind zu endigen (Fig. 5*p*). Wo der Dickdarm noch an der hinteren Fläche der vorderen Bauchwand sich befindet, giebt er von seiner linken Seite einen kleinen, 1 Cm. langen, schmalen Blinddarm ab (Fig. 5*n*).

Die Nieren finden sich an der normalen Stelle, haben eine Länge von 4 Cm. und eine Breite von 2,5 Cm. und sind nach oben theilweise durch die Nebennieren verdeckt. Die rechte Nebenniere ist fast kreisrund und platt, wie ein Deckel auf der Niere aufliegend, mit einem Breiten- und Längsdurchmesser von etwa 3 Cm. Die linke Nebenniere zeigt die gewöhnliche Form. Die Harnleiter sind normal weit, laufen ziemlich in gerader Richtung nach unten und verbinden sich nach einem Verlaufe von 8 Cm. Länge auf die gleich näher zu erörternde Weise mit dem Genitalsysteme. — Eine Harnblase ist nicht zu entdecken.

Die inneren Genitalien bestehen aus zwei vollständig geschiedenen Scheiden und Gebärmüttern, mit Tuba und Ovarium an jeder Seite. Zu jeder Seite oder vielmehr etwas unterhalb der Erweiterungsstelle des Darmes befindet sich eine weite sackförmige Scheide (Fig. 5*qq'*), die in einen spindelförmigen, nach innen etwas convexen Uterus (Fig. 5*rr'*) ausgeht. Die Längsaxe der vereinigten Scheide und Gebärmutter jeder Seite weicht etwa um einen Winkel von 30^0 lateralwärts von der Mittellinie ab; die Fundi der Gebärmütter sind 4 Cm. von einander entfernt. Nach vorn geht von ihnen das Ligamentum rotundum ab (Fig. 5*tt'*), nach oben die Tuba (Fig. 5*uu'*) mit ihrem schmalen, lang gestreckten Ovarium (Fig. 5*vv'*). Zwischen diesen beiden abgesonderten Hälften des inneren Genitalsystems steigt der Dünndarm mit seinen Windungen herab und der Dickdarm in die Höhe. Die Länge jeder Scheide beträgt 1,5 Cm., der Uteri 2 Cm., der Tuben 1,5 Cm.; die Ovarien sind 1,5 Cm. lang und 4 Mm. breit. Die innere Oberfläche der Scheiden ist durch zahlreiche, dicht stehende, unregelmässige, in der rechten stärker entwickelte kleine Falten rauh; eine regelmässige Anordnung zu Columnae rugarum findet sich nicht. Dagegen sieht man in den Uteris deutlich zierliche Plicae palmatae. Die Dicke der Uterus-

wandungen beträgt etwa 2 Mm. Der rechte Uterus hat ein weiteres Lumen als der linke.

Der Harnleiter jederseits, an der Seite der entsprechenden Vagina angelangt, verwächst eng mit der äusseren Wand der letzteren. Der rechte Harnleiter mündet auf dem rechten Randwulste des Tumor auf der vorderen Unterleibsfläche (Fig. 4 *k*) mit der rechten Scheide gemeinschaftlich. Eine in diese Ausmündungsöffnung eingebrachte Sonde führt in einen ziemlich engen einfachen Kanal von 1 Cm. Länge, der dann sich theilt und nach aussen oder vielmehr fast in seiner früheren Richtung in das Lumen des Harnleiters sich fortsetzt, nach innen erst eine kleine Strecke aufwärts in der äusseren Scheidenwand verläuft und dann unmittelbar unter dem Anfange des Uterus ganz eng in die Scheide einmündet. Die Oeffnung auf dem linken Randwulste (Fig. 4 *k'*) führt in einen Kanal, der erst in der äusseren Wand der linken Scheide und darauf in der Uterussubstanz nach oben geht und nach einem Verlaufe von 2 Cm. in den Uterus etwa in der Mitte der Höhe desselben einmündet. Ob übrigens diese Lücke in der äusseren Scheiden- und Uteruswandung (Fig. 5 *s*) nicht ein von dem früheren Untersucher herrührendes Kunstproduct ist, muss dahingestellt bleiben; ihre Wände haben jedenfalls grosse Aehnlichkeit mit glatten Schnittflächen. — Von einer äusseren Mündung des linken Harnleiters lässt sich keine Spur auffinden; auch mündet er nicht etwa in den Uterus oder die Scheide der linken Seite, sondern sein Lumen hört an der Stelle auf, an welcher er mit der Wand der Scheide verwächst.

Die Aorta theilt sich an der gewöhnlichen Stelle in die Iliacae communes. Die rechte ist nur 3 Mm., die linke aber 10 Mm. lang; beide gehen dann eigentlich unmittelbar in die Arteria umbilical. ihrer Seite über.

Von den oberen inneren Ecken der Ossa pubis gehen einzelne schmale und dünne Sehnenstreifen als Fortsetzungen der Fasern der Fascia transversalis nach innen und vereinigen sich in der Mittellinie, und so hängen durch jene die Ossa pubis mittelbar zusammen.

Wir haben es hier, wenn ich von der Spina bifida in dem ersten Präparate absehe, mit Missbildungen zu thun, die wir unter die Reihe derjenigen stellen können, welche man seit J. F. Meckel unter dem gemeinsamen Namen „Kloakbildung“ zusammenfasst. — Eine ziemliche Anzahl von Fällen, die mit diesen beiden Exemplaren mehr oder weniger Aehnlichkeit haben, findet sich in der Literatur aufgezeichnet.

Besonders hat Meckel in seinem Handb. d. pathol. Anatomie (Leipzig 1812. I. pag. 698 ff.) und Förster — die Missbildungen des Menschen, Jena 1861. — in dem Abschnitte „Kloakbildung" eine Menge hierhergehöriger Fälle aus der Literatur zusammengestellt.

Ein von Delfini [1]) beschriebener Fall unterscheidet sich von unserer ersten Beobachtung nur durch das Geschlecht. Ferner gehört hierher eine Beobachtung von Klein [2]). Eine grosse Aehnlichkeit zeigt auch der von C. Thamm [3]) beschriebene Fall von Kloakbildung bei einem Mädchen, nur dass er sich etwas regelmässiger verhält, indem nämlich die Harnleiter beide in gleicher Höhe und von der Scheide der entsprechenden Seite getrennt auf der Geschwulstmasse nach aussen münden und beide Scheidenmündungen mit einem deutlichen Hymen versehen sind. Eins nur erscheint in der Beschreibung von Thamm auffallend, dass er nämlich die Ausmündung des Darms auf den Tumor für den wirklichen After hält; er selbst hält eine solche Bildung für sehr wunderbar und kaum erklärlich. J. F. Meckel [4]) weist die Thamm'sche Ansicht mit Bestimmtheit zurück, indem er jenes als Rectum gedeutete Darmstück für den offen gebliebenen Ductus vitello-intestinalis, also für ein sogenanntes „offenes Divertikel" erklärt. — Ein von Jung [5]) beschriebener Fall verhält sich unserem zweiten sehr ähnlich; die beiden Uteri münden hier nicht nach aussen; das 2" lange blind endigende Stück Dickdarm, welches einen kleinen Blinddarm abgiebt, wird als Coecum bezeichnet. — Förster bildet in seinem Werke über die Missbildungen ein Präparat der Würzburger Sammlung ab [6]), welches mit unseren beiden Fällen sehr übereinstimmt, wenigstens in der Bildung des Darms und des Urogenitalsystems; die äusseren Mündungen der Scheiden und Harnleiter sind hier vollständig getrennt.

Auch von solchen mit einer mehr oder minder grossen Umbilicalhernie oder noch grösseren Bauchspalte oder mit Spina bifida combinirten Fällen giebt es in der Literatur eine ziemliche Menge. J. F. Meckel [7]) beschreibt ein solches Monstrum mit einer ungeheuren, alle Baucheingeweide ent-

[1]) Opusc. scelti. Milano. T. VI. p. 21. (J. F. Meckel a. a. O. p. 702.)
[2]) Nov. act. n. c. T. I. p. 146. (Meckel p. 704.)
[3]) De genitalium sequioris sexus varietatibus. Halae 1799.
[4]) Archiv für Physiologie. Bd. IX. p. 449 ff.
[5]) Symbolae ad doctrinam de vitiis circa abdomen congen. Bonn 1825.
[6]) Tab. XXIII. Fig. 8, 9.
[7]) Descriptio monstror. nonnullor. 1826. Tab. VI.

haltenden Hernia umbilicalis und mit einer Spina bifida sacralis; es fehlt die rechte Arteria umbilicalis. — In einer Beobachtung von Otto[8]) findet sich auch eine grosse Umbilicalhernie, der die Placenta aufsitzt, so dass keine Nabelschnur gebildet ist; es fehlt die rechte Arteria umbilicalis; auch der Dickdarm fehlt gänzlich, es sind keine Ureteren vorhanden und für die beiden Hälften des Uterus didelphys findet sich eine gemeinschaftliche Oeffnung in der Kloake vor; die ganze Sacralgegend nimmt ein Tumor spinae bifidae ein. Ein anderer Fall von Otto[9]) zeigt grosse Aehnlichkeit mit meinem zweiten Präparate, nur dass der Dickdarm gänzlich fehlt und beide Ureteren unten geschlossen sind; es findet sich hier ausserdem eine Spina bifida sacralis. Ebenso gehört eine Beobachtung von Elsässer[10]) hierher.

Wenn wir den Dickdarm meistens als kurzes, blind endigendes Rudiment beschrieben finden, so erfahren wir doch auch mehrfach, dass er gänzlich fehlt, so in den eben citirten Beobachtungen von Otto. Dasselbe findet statt in der von Dietrich[11]) beschriebenen Kloakbildung und in einem Falle von Friedländer[12]). Bei letzterem begegnen wir wiederum einer Spina bifida sacralis und es fehlt zugleich das ganze Steissbein. In einer Beobachtung von W. Vrolik[13]) findet sich nur eine kleine Oeffnung für den Austritt des Kothes, und da die Section nicht gemacht wurde, so bleibt es ungewiss, welchem Darmstücke diese Oeffnung angehört; es heisst da: intestinum (an colon?) se aperit in nudam vesicae urinariae superficiem mucosam. In dem auf der folgenden Tafel (Tab. 32) dargestellten Falle, in welchem auf dem Tumor das vorgestülpte Ileum nach aussen mündet, während man durch eine untere Oeffnung in ein zweites, blind endigendes Darmstück gelangt, erklärt der Verf. das letztere für das Rectum, so dass also das Colon fehlen würde.

Petit[14]) beschreibt ein Monstrum mit einem ungeheuren Bauchbruche, bei dem der Dickdarm aus einem 1″ langen blinden Stücke, dem Coecum, besteht, von welchem ein doppelter Anhang — Appendice vermiculaire — abgeht. (Auch hier existirt nur Eine Nabelarterie und die Nabelvene senkt

---

[8]) Monstror. sexcentor. descr. Vratislav. 1841. Nr. 543.
[9]) Ebendas. Nr. 544.
[10]) Jahrb. für prakt. Heilkunde. Tübingen 1845. p. 645.
[11]) Zadig und Friese's Arch. der prakt. Hlkde. I. p. 485.
[12]) Verhandl. der Gesellsch. für Geburtshülfe in Berlin. 1857.
[13]) Tabulae ad illustrand. embryolog. Amsterdam 1849. T. 31. Fig. 4.
[14]) Mémoires de l'acad. d. sc. 1716.

sich über der Leber in die Vena cava.) — Otto [15]) beschreibt bei einem mit „vesica urinaria inversa et prolapsa“ verunstalteten Knaben zwei Coeca und zwei Processus vermiformes („quorum par est et justa quidem magnitudo positusque symmetricus, ita ut in utroque latere unum exstet“); auch hier fehlt die eine Nabelarterie. Danach möchte ich dann auch wohl die in meinem ersten Falle beschriebenen kleinen Blinddärme, die von der dem Dünn- und Dickdarm gemeinschaftlichen Tasche ausgehen, für einen doppelten Processus vermiformis halten, während man das untere Ende der Tasche selbst, soweit es den Charakter der Dickdarmschleimhaut zeigt, für die Andeutung eines Coecum ansprechen könnte. Aehnlich fand sich in unserem zweiten Falle eine dem Dünn- und Dickdarm gemeinschaftliche faltige Erweiterung, deren unterer Theil dann auch für das Coecum angesehen werden könnte, während der kleine Blinddarm (Fig. 5 *m*) den Processus vermiformis darstellt. — In vielen Fällen wurden übrigens derartige an den Processus vermiformis erinnernde Anhänge nicht beschrieben, und G. Vrolik meint in der Beschreibung eines noch später zu erwähnenden Falles von Kloakbildung, dass man das 1½″ lange blinde Stück Darm, in welches die auf dem Tumor befindliche untere Oeffnung führte, „nicht für das Coecum halten könne, weil der Processus vermiformis fehle.“

Auch in der Bildung der Genitalien begegnen wir in den aus der Literatur vorliegenden Fällen von Kloakbildung bei Kindern weiblichen Geschlechts einigen Verschiedenheiten. — Méry [16]) führt uns folgenden merkwürdigen Fall vor: Dem im 6. oder 7. Monat todt gebornen Kinde fehlte fast die ganze vordere Unterleibswand; am unteren Ende des Bauchbruches befindet sich eine etwas vertiefte ovale Stelle, auf der in einer oberen Oeffnung das Ileum ausmündet, während zwei seitliche Oeffnungen jede in einen Blindsack führen; der linke ist 2″ lang, schmal, aussen glatt, innen aber „aussi rugueuse que la cavité de la matrice et du vagin d'une fille naissante“, — der rechte kugelig, 7—8‴ im Durchmesser, innen und aussen glatt; jeder nimmt den Harnleiter der entgegengesetzten Seite auf. Mery vermuthete Anfangs selbst, dass der linke Blindsack den Uterus darstelle, allein der Umstand, dass der eine Ureter in jenen Sack mündet, veranlasste ihn, diese Vermuthung wieder fallen zu lassen. — In dem pag. 285 erwähnten Falle von Meckel fehlten die Ovarien. —

---

[15]) Monstr. sexcentor. descr. Nr. 535.
[16]) Mémoires de l'acad. d. sc. 1716.

Bei einer von W. Vrolik[17]) beschriebenen, mit einem Bruch der Brust- und Baucheingeweide combinirten Kloakbildung endigen die beiden Uteri nach unten blind. — W. Gruber[18]) berichtet eine vollständige Trennung der Uteri von ihren Scheiden; erstere enden nach unten, letztere nach oben blind, und die Scheiden ragen zwischen die beiden Gebärmütter in die Höhe; es fehlt in diesem Falle der Dickdarm vollständig und besteht eine Spina bifida vom vierten Bauchwirbel an. In einer auch mit völligem Mangel des Dickdarms und mit einer Spina bifida vom vierten Bauch- bis zum vierten Kreuzwirbel combinirten Kloakbildung, welche Wasseige[19]) beschreibt, sind Scheide und Uterus jeder Seite von einander getrennt; die Scheiden bilden zwei an das Sacrum geheftete, jede mit einer äusseren Oeffnung versehene Blindsäcke; von diesen jederseits nach aussen befindet sich ein spindelförmiger Uterus mit Tuba und Ovarium; der linke Uterus hat an seiner äusseren Wand eine in den linken Ureter etwas oberhalb dessen Mündung führende Oeffnung, während der rechte Uterus sich getrennt nach aussen öffnet, 0,5 Mm. unterhalb der rechten Harnleiteröffnung. — In einer von Reuss[20]) beschriebenen Kloakbildung, bei welcher zugleich ein Nabelschnurbruch, ein Fehlen der linken Nabelarterie und eine Spina bifida durch Spaltung aller Lenden- und Kreuzwirbel besteht, öffnet sich der linke schlankere Uterus direct nach aussen gemeinschaftlich mit dem linken Harnleiter; der rechte Uterus dagegen endet mit einer nicht durchbohrten Vaginalportion in einen subcutanen, bohnengrossen, von Schleimhaut ausgekleideten Sack, welcher durch eine kleine Oeffnung nach aussen mündet; der rechte Ureter ist innig mit dem Uterus seiner Seite verwachsen, mündet aber für sich. — In einem Falle von Puech[21]) war die linke Scheide oblitterirt; auch hier fand sich nur Eine Arteria umbilicalis.

Ausser der häufigen bedeutenden Erweiterung der Harnleiter, ausser den zuweilen beobachteten Communicationen mit Scheide oder Uterus, finden sich in der Anordnung der Harnorgane noch geringe Abweichungen in Betreff der Ausmündung der Harnleiter. Während sie meist in gleicher Höhe und in gleicher Entfernung von der Mittellinie auf der Geschwulsts-

---

17) a. a. O. Tab. 21—23.

18) Mém. des savants étrangers de Petersbourg. 1849. p. 335.

19) Bulletin de l'academ. royale de médec. de Belgique. 1853. (Canstatt, Jahresber. 1853. IV. p. 11.)

20) Archiv für physiolog. Heilkunde. 1856. p. 523.

21) Canstatt, Jahresber. 1857. IV. p. 28.

masse sich öffneten, kam es auch vor, dass der eine Ureter etwas höher ausmündete, als der andere, wie es ja auch in unserer ersten Beobachtung der Fall war, wo die Ausmündung des linken Ureter sich tiefer und zugleich der Mittellinie näher befand, als die des rechten. — In einem Falle von Voisin[22]), einer Kloakbildung bei einem neugebornen Knaben, bei welcher zugleich der Dickdarm vollständig fehlte, mündeten die Harnleiter nicht jederseits mit einer einzigen, sondern mit einer ausserordentlichen Menge von sehr feinen Oeffnungen auf eine mandelgrosse gewundene, rothe und weiche Protuberanz zu jeder Seite der Dünndarmöffnung. — Eine bedeutendere Abweichung gab die Kreuzung der beiden Ureteren in der pag. 287 citirten Beobachtung von Méry.

Abnormitäten in dem Verhalten der Gefässe fanden sich in dem häufigen Fehlen der einen Arteria umbilical. und namentlich in dem Petit'schen Falle (cf. pag. 286) in dem Verlaufe der Vena umbilicalis.

Eine Betrachtung unserer beiden Fälle zeigt uns ausser der Umbilicalhernie in dem einen und der Spina bifida in dem andern vor Allem eine auf der vorderen Unterleibswand unterhalb des Nabels befindliche, gegen die Haut scharf abgegrenzte Fläche, welche die Ausmündungen des Darms, Harn- und Geschlechtsorgans gemeinschaftlich aufnimmt; und dasselbe wiederholt sich bei den aus der Literatur angeführten Beobachtungen, wozu denn auch bald eine Hernia umbilicalis oder eine grössere Spaltung der vorderen Leibeswand, bald eine Spina bifida, oder auch andere geringere oder bedeutendere Deformitäten hinzukommen: immer aber finden wir einen Zusammenhang in den Ausmündungen des Harn-, Generations- und Darmsystems. Wir sind berechtigt, diese Missbildung unter die Reihe der seit J. F. Meckel sogenannten „Kloakbildungen" zu stellen, da er eben mit letzterem Namen eine „regelwidrige Vereinigung des Harn-, Generations- und Verdauungssystems" belegt. (Handb. I. p. 698.)

Der Name „Kloakbildung" ist offenbar von der bei manchen Thieren sich findenden Kloake hergenommen und bezeichnet, genau genommen, den Zustand, bei welchem der Enddarm und die Urogenitalgänge gemeinschaftlich ausmünden. Dieser Zustand ist in einer gewissen Periode des Embryolebens normal, indem die aus dem Enddarm hervorgewachsene Allantois, die zugleich die Wolff'schen und Müller'schen Gänge

---

[22]) Sédillot, Recueil pér. t. 21. p. 353. (J. F. Meckel, Handbuch der pathol. Anatomie. I. p. 700.)

aufnimmt, die gemeinschaftliche Oeffnung für Darm, Harn- und Geschlechtswege abgiebt. Mit einem solchen Zustande haben wir es aber hier nicht zu thun, denn es mündet hier nicht der Enddarm, sondern nur das untere Ende des Ileum und der Anfang des Dickdarms nach aussen, während der letztere, verkümmert, nach kurzem Verlaufe blind endigt. Dasselbe Verhalten finden wir auch in den anderen herbeigezogenen Fällen; nur in dem von W. Vrolik (cf. pag. 286) blieb es ungewiss, welchem Darmstücke die Ausmündungsöffnung angehörte. — Die Fälle, in denen wirklich der Enddarm mit dem Urogenitalsysteme gemeinschaftlich ausmündet, sind viel seltener; sie sind eigentliche „Kloakbildungen" und von ihnen ist dieser Name auch auf die anderen ohne Zweifel viel complicirteren Fälle, mit denen wir es hier zu thun haben, übertragen. — Einige Beobachter [Otto[23]), Puech[24]) u. A.] nennen ihren betreffenden Fall deshalb auch nicht geradezu Kloakbildung, sondern sprechen von einer „Art Kloakbildung" und dergleichen.

Die Betrachtung der Bildung der inneren Geschlechtsorgane ergiebt, dass wir es mit einem Uterus didelphys, also offenbar mit einem Stehenbleiben auf einer früheren Entwickelungsstufe zu thun haben. Von selbst drängt sich da die Frage auf, ob nicht auch die abnorme Darmöffnung eine solche frühere Entwickelungsstufe darstellt, mit einem Worte, ob wir hier nicht jene Entwickelungsstufe vor uns haben, in welcher der noch offene Mitteldarm unmittelbar mit der Nabelblase communicirt. Meckel sagt ausdrücklich in seinem Capitel von der Kloakbildung, dass wir häufig den „Verbindungsgang des Dünndarms mit der Nabelblase" in die Kloake sich öffnen sähen (Handb. I. p. 698). Dasselbe bemerkt er schon früher in einem Aufsatze[25]) über die „Divertikel am Darm", indem er in seinen Bemerkungen über einige auch hier erwähnte Fälle von Kloakbildung sagt, dass der dünne Darm sich gegen die Nabelblase hin nicht geschlossen hätte, und dass diese Missbildung sich nur dem Grade nach vom „Darmanhange" unterschiede. Letzterer bezeichnet das sogenannte „offene Divertikel", welches bekanntlich der nicht rückgebildete Ductus omphalomesentericus ist. — Elsaesser[26]) sagt: „Der abnorme After entwickelte sich ohne Zweifel an der ersten Beugungsstelle

---

[23]) a. a. O. Nr. 535.
[24]) a. a. O.
[25]) Reil's u. Autenrieth's Arch. f. d. physiol. Hlkde. Bd. IX. p. 452.
[26]) a. a. O. p. 649.

des ursprünglich geraden Darms", und dies ist ja die Stelle des Darms, von deren Höhe der Dottergang ausgeht[27]. — Auch bei Förster[28] finden wir die oben ausgesprochene Ansicht vertreten. — Doch liegen ein Paar Beobachtungen vor, in welchen jene Annahme nicht ganz gerechtfertigt erscheint und die doch durch ihr ganzes übriges Verhalten an die bisher betrachteten Fälle eng sich anschliessen. Es findet sich hier nämlich der vorliegende Tumor der vorderen Unterleibswand und mit ihm die abnorme Ausmündung des Darmes vom Nabel durch einen schmäleren oder breiteren Streifen Haut von normaler Beschaffenheit getrennt. In dem einen Falle (Kloakbildung bei einem Knaben mit Spina bifida sacralis), welchen G. Vrolik[29] erzählt, beträgt der Zwischenraum zwischen dem Nabel und dem Tumor mit der Darmmündung $^1/_2$ Zoll: „Les vaisseaux ombilicaux pénètrent librement dans l'abdomen à un demi pouce au dessus de la tumeur", und auch Vrolik erklärt dies für einen seltenen Ausnahmsfall. Auch in dem schon oben erwähnten Falle von W. Vrolik[30] ist, nach der Abbildung zu urtheilen, der Tumor vom Nabelstrange völlig getrennt. In dem pag. 288 angeführten Falle von Reuss ist der betreffende Tumor durch einen fingerbreiten Streifen Cutis von dem Nabelschnurbruch getrennt. Dies veranlasst Reuss auch, die Annahme, dass die Darmfistel als offen gebliebener Ductus vitellointestinalis zu deuten sei, zurückzuweisen. Und es muss allerdings hier, wie in den beiden anderen Fällen, wohl unentschieden bleiben, welches gemeinsame Band die Mündungen des Darms und der Harn- und Geschlechtsgänge in eine solch' auffallende Beziehung zu einander setzte.

Was nun die Masse selbst betrifft, welche die Oeffnung des Darms und der Harn- und Geschlechtsgänge aufnimmt, und in unseren, sowie in den meisten angeführten Beobachtungen einen schwammigen, runzeligen Tumor darstellt, in anderen Fällen aber eine plane Fläche oder eine seichte Grube: so wird sie meistens als die prolabirte hintere Wand der gespaltenen Harnblase gedeutet. Das Fehlen einer Blase, die Ausmündung der Ureteren auf dem unteren Theile der Masse mussten schon auf diese Vermuthung hinleiten. (In dem Falle

[27]) cf. Kölliker, Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1861. p. 361.

[28]) Die Missbildungen des Menschen. Jena 1861. p. 116. 120.

[29]) Mém. sur quelq. sujets intéress. d'anatom. et de physiolog. Traduit du holland. par Fallot. Amsterd. 1822.

[30]) Tab. ad illustr. embryolog. Tab. 32.

von Méry (pag. 288) werden freilich zwei blasenartige Organe erwähnt, welche die Harnleiter aufnehmen: doch scheint es, als ob man die linke wohl für eine Hälfte eines Uterus didelphys ansehen könnte und die rechte als die sehr unentwickelte oder verunstaltete andere Hälfte oder als eine Erweiterung des linken Ureter.) Elsaesser hält die Richtigkeit jener Annahme für zweifelhaft (a. a. O. p. 648). — Wir müssen auch hier die Anhaltspunkte für die Erklärung der Sache in der Entwickelunsgeschichte suchen, die uns ja überhaupt den besten, hier den einzigen Leitfaden giebt, um die Entstehung und die physiologische und morphologische Bedeutung einer Missbildung zu ermitteln. — Wenn wir erwägen, dass in sehr früher Zeit des Embryolebens ein Organ besteht, in dessen unteren Theil (neben dem Enddarm) die Harn- und Geschlechtsgänge gemeinschaftlich ausmünden, nämlich die Allantois: so führt uns der Umstand, dass Harnleiter und Uteri auf der in den Missbildungen beobachteten zu Tage liegenden Masse sich öffnen, mit Recht darauf, letztere als ein Ueberbleibsel der Allantois anzusehen. — Die Betrachtung der ferneren Schicksale der Allantois bei normaler Entwickelung wird uns das Wesen jener Missbildung deutlicher machen. Man scheidet die Allantois bekanntlich in den eigentlichen Harnsack und den etwas engeren, den letzteren mit dem Enddarme verbindenden Harngang oder Urachus. Dieser Harngang nun erweitert sich in seinem unteren Theile zur Harnblase, die dann also unten noch mit dem Mastdarme communicirt und nach oben mit einem Anfangs noch hohlen Kanale, der den Namen Urachus beibehält, in den Nabelstrang sich erstreckt; dieser Kanal verengert sich und schliesst sich zuletzt, wodurch die Bildung des Ligamentum vesicae medium gegeben ist. Ohne Zweifel bezeichnet nun die schon als ein Ueberbleibsel der Allantois erklärte fragliche Masse den Theil der Allantois, welcher bei normaler Entwickelung Harnblase und Ligamentum vesicae med. geworden wäre. Und da endlich jene Masse eine die Harn- und Geschlechtsgänge aufnehmende Schleimhautfläche ist, so hat die Bezeichnung als „vorliegende hintere Wand der Harnblase" gewiss ihre Berechtigung; oder, um ganz genau zu sein, müsste man den unteren Theil des Tumor, wo er die Oeffnungen der Ureteren und Scheiden aufnimmt, als den zu Tage liegenden flach ausgebreiteten Sinus urogenitalis bezeichnen (cf. Reuss, a. a. O.).

Fragen wir nach der Ursache dieser also gewöhnlich als Harnblasenspalte, Prolapsus s. Inversio vesicae bezeichneten Missbildung, so haben wir dieselbe wohl in einer abnormen

Spaltung der Allantois zu suchen. So sagt z. B. auch Chance in der Beschreibung von zwei Fällen von „extroversion of the bladder“ [31]). — Früher hatten besonders Bonn [32]) und Duncan [33]) die Ansicht aufgestellt, dass die Harnblase, sowie alle bei der Missbildung interessirten Organe regelmässig gebildet gewesen und erst später entstellt worden seien; eine Verschliessung der Urethra sei der erste Bildungsfehler, dadurch werde eine Ausdehnung der Blase durch den sie anfüllenden Harn veranlasst, der Druck der Blase treibe die Schambeine und dadurch auch die Musculi recti abdominis auseinander, nun werde die ganze Gewalt des von dem die Blase füllenden Harne ausgeübten Druckes auf die vordere Wand der Blase und die vordere Unterleibswand gerichtet, beide werden so lange vorgedrängt, bis sie, allmälig verdünnt, endlich zerreissen. Gegen diese Ansicht sprach sich besonders J. F. Meckel [34]) aus, der dann eine andere, aber, wie uns die Entwickelungsgeschichte lehrt, nicht richtige Ansicht über die Entstehung der Inversio vesicae aufstellt, indem er es nicht für unwahrscheinlich hält, dass die Blase sich ähnlich wie der Darm aus einem Blatte durch Umlegen der Ränder desselben entwickele, dann also die invertirte Harnblase offenbar nur auf einer früheren Entwickelungsstufe gehemmt sei (a. a. O. p. 734). Gleichwohl hat Meckel und nach ihm G. Vrolik [35]) die Unrichtigkeit jener Bonn-Duncan'schen Theorie genügend dargethan. — Später wurde eine andere Theorie, im Wesentlichen eine Modification jener früheren Bonn-Duncan'schen, aufgestellt und besonders durch J. Müller [36]) wieder in Ansehen gebracht, dass nämlich die Ursache der Missbildung in einer secundären Ruptur der Allantois durch Ausdehnung von Flüssigkeit zu einer Zeit, wo die Bauchdecken noch ganz unvollständig ausgebildet seien, zu suchen sei. Auch R. Leuckart [37]) neigte sich dieser Ansicht zu. Sie fand aber auch ihre Gegner. So sprach sich besonders Mulder [38]) gegen ihre allgemeine Anwendbarkeit aus und gab eine andere Erklärung, auf die wir gleich zurückkommen werden. — Wenn wir nämlich von einer secundären

---

31) Lancet. 1852. (Schmidt's Jahrb. Bd. 91. p. 160.)
32) G. Vrolik, Mém. sur quelq. suj. etc. p. 79.
33) Edinb. med. journ. 1805.
34) Handb. I. p. 731 ff.
35) Mém. sur quelq. suj. etc. p. 78. 97.
36) Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf 1830. §. 129.
37) De monstris eorumq. causis et ortu. Gotting 1845. p. 56.
38) Nederlandsch Lancet. 2⁰. Serie. 1⁰. Jaargang. 1845—1846. p. 598.

Ruptur der Allantois absehen, so können wir uns eine Spaltung der letzteren nicht anders erklären, als so, dass es nicht zu einem vollständigen Abschluss der Allantois in der Bauchhöhle gekommen ist, wodurch die aus der Allantois sich entwickelnde Blase und Urachus vorn ihrer ganzen Länge nach offen bleiben. Fragen wir nach der Ursache dieses mangelhaften Abschlusses der Allantois, so liegen uns da zwei Möglichkeiten vor. Es kann nämlich erstens die Spaltung der Bauchwand das Primäre sein, und da muss man dann annehmen, dass von vorn herein zu wenig Material zur Bildung der Bauchwände vorhanden war: letztere vereinigten sich in Folge dessen nicht vollständig und diese Nichtvereinigung bewirkte weiter einen nicht vollständigen Abschluss der Allantois. Für diese Annahme könnte in unserem zweiten Falle das gleichzeitige Vorhandensein eines Nabelschnurbruches sprechen; letzterer beruht auf einer mangelhaften Schliessung der Bauchwände am Nabel. Es hätte sich dann also die mangelhafte Bildung der Bauchwand von der Nabelgegend noch weiter nach unten erstreckt und hier zugleich die Blasenspalte veranlasst. Doch das Vorhandensein des schmalen Streifens normaler Cutis, der von beiden Seiten zwischen die Hernia umbilicalis und den oberen Rand der gespaltenen Blase sich einschiebt, spricht wieder gegen einen so unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Bildung des Nabelschnurbruches und der Harnblasenspalte. — Zweitens können wir aber auch annehmen, dass eine abnorme Ausdehnung der Allantois das Ursprüngliche sei und dann ihrerseits den gehörigen Verschluss der Bauchwände verhindert habe; und diese Annahme hat in der That sehr viel für sich. Es ist dies auch die oben erwähnte Ansicht von Mulder[39]). Besonders aber hat Schroeder van der Kolk[40]) die Richtigkeit dieser Erklärung sehr wahrscheinlich gemacht, indem er sie aus dem normalen Gange der Entwickelung des Embryo herleitet. Die Allantois, wissen wir, sprosst in sehr früher Zeit des Embryolebens aus dem unteren Körperende, aus der Beckendarmhöhle hervor, in der Zeit, in welcher der Rumpf ohne eine Andeutung von unteren Extremitäten nach unten abgerundet endet, und da bildet dann die Allantois eine weite Blase in der Höhe, in welcher später die Schambeine sich bilden sollen. Schon sehr früh fängt sie an, sich vom Körper abzuschnüren, indem sie sich mehr und mehr in einen Stiel

---

39) a. a. O. p. 599.

40) Over de Allantois en hare Vorming en Veranderingen in den Mensch. Amsterdam 1860. p. 27 ff.

auszieht, welcher der Träger der Nabelgefässe, also mit zur Bildung des Nabelstranges verwandt wird; die Hautplatten bekommen zu ihrer Entwickelung mehr Raum und können sich ungehindert nach vorn vereinigen, wodurch dann der Verschluss der Bauchwand und zugleich auch des Beckens bewerkstelligt wird. Findet nun aber eine gehörige Abschnürung der Allantois, die Bildung eines Urachus, nicht statt, sondern geht, so zu sagen, die Blase (der unterste Theil der Allantois) unmittelbar in die weitgebliebene Allantois über, so werden die Bauchwandungen sowohl, wie die Schambeine verhindert, sich nach vorn zu vereinigen. Stirbt dann später der „erweiterte Urachus" ab, so kann die Blase sich von oben nicht schliessen, ihre hintere Wand tritt nach vorn, und so kommt die sogenannte Inversio vesicae urinariae zu Stande. „Ich vermuthe", sagt Schroeder van der Kolk a. a. O. pag. 27), „dass die Ursache dieser Gebrechen hauptsächlich in einer Verunstaltung oder lieber in einer Vergrösserung und längeren Anwesenheit der Allantois gesucht werden muss."

Die Trennung der Schambeine von einander ist eine nothwendige Folge der Vergrösserung und längeren Anwesenheit der Allantois, eine durch diese Abnormität bewirkte wahre Hemmungsbildung. Denn sei es, dass die Extremitätengürtel an Ort und Stelle, mithin aus den Urwirbeln und der Hautplatte der seitlichen und vorderen Leibeswand sich anlegen, sei es, dass sie von der Gegend des Extremitätenstummels aus in die betreffenden Orte hineinwachsen[41]): immer wird eine gehemmte Entwickelung eines Theils der letzteren auch eine Hemmung der Entwickelung oder des Hineinwachsens der entsprechenden Partie des Extremitätengürtels zur Folge haben. — Das Bestehen einer Symphysis pubis bei dem Falle von Harnblasenspalten, den Coates[42]) beschreibt, spricht gegen unsere Erklärung, und man kann da wohl mit Duncan[43]) annehmen, dass die Beobachtung, da sie nur am Lebenden gemacht sei, nicht zuverlässig als Ausnahme von der Regel angesehen werden könne.

Unterwerfen wir die Bildung des Darmkanals einer näheren Betrachtung, so sehen wir eine Spalte des unteren Endes des Ileum und eine Verkümmerung und blinde Endigung des Dickdarms, in mehreren der angeführten Fälle selbst ein völliges

41) Kölliker, a. a. O. p. 222.
42) Edinb. med. journ. 1805. p. 39.
43) Ebendas. p. 51.

Fehlen des letzteren: und es fragt sich, stehen diese Bildungsfehler mit der Spaltung der Harnblase in einem näheren Zusammenhange? Ist sowohl die Spalte des Dünndarms, als auch die Verkümmerung des Dickdarms durch die abnorme Ausdehnung der Allantois hervorgebracht? Wenn auch der Umstand, dass die Darmöffnung in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Prolapsus vesicae liegt, für eine Abhängigkeit von der Bildung der letzteren spräche: so thun doch die wenigen Ausnahmen, in denen eine Darmspalte auch ohne Blasenspalte und Kloakbildung vorkommt, dar, dass eine solche Abhängigkeit nicht nothwendig angenommen werden muss. Doch liegt in den hier in Rede stehenden Fällen von Kloakbildung die Annahme einer solchen Abhängigkeit sehr nahe, die Annahme, dass die durch die Ausdehnung der Allantois bewirkte Entwickelungshemmung auch auf den Darm sich erstreckte, so dass dieser auf der Entwickelungsstufe jener frühen Periode stehen blieb. — Was nun die Verkümmerung des Dickdarms betrifft, so muss ich vorausschicken, dass sie nicht etwa einer Bildungshemmung zugeschrieben werden, sondern dass der Enddarm in der That bestanden haben muss, um zur Bildung der Allantois mit beizutragen. Durch Remak wissen wir, dass die Allantois ihr Lumen vom Darmdrüsenblatte des unteren Darmendes erhält. Die erste Anlage der Allantois wird durch zwei solide Wucherungen der vorderen Bauchwand gebildet, trennt sich nach der Vereinigung dieser Wucherungen von der Bauchwand ab, tritt mit der Darmfaserwand in Verbindung und erhält nun ihr Lumen dadurch, dass das Drüsenblatt des Darmes eine blinde Ausstülpung in sie hinein entwickelt. Wir müssen demnach annehmen, dass der Enddarm, nachdem auf die beschriebene Weise die Allantois aus ihm sich hervorgebildet hat, allmälig wieder geschwunden ist. Dass nun dieses Schwinden unmittelbar durch die abnorme Entwickelung, übermässige Ausdehnung der Allantois bedingt wurde, lässt sich denken, aber wohl kaum erweisen. Dagegen ist ein genauer Zusammenhang mit der Bildung der Darmspalte nicht unwahrscheinlich, denn auch da, wo die Darmspalte ohne Kloakbildung auftritt, findet sich stets eine solche Verkümmerung des Dickdarms (cf. Förster a. a. O. p. 120). Möglich also, dass dieses Schwinden des Enddarmes, wie auch die Bildung der Darmspalte eine gleichzeitige unmittelbare Folge der Bildung der Blasenspalte ist; möglich aber auch, dass letztere zunächst zur Bildung der Darmspalte Veranlassung gab und in Folge dieser, also mittelbar, dann auch zum Schwinden des Enddarmes; möglich endlich, dass

das letztere die erste Folge der Ausdehnung der Allantois war und dann seinerseits die Bildung der Darmspalte bewirkte oder begünstigte.

Eine nothwendige Folge aber des unvollständigen Abschlusses der Allantois ist sowohl der Zusammenhang des Nabels mit dem oberen Rande der Blasenspalte, als auch der Tiefstand des Nabels, wie er hier stattfindet. Es ist dieser Tiefstand nicht so zu denken, als ob der Nabel bei normaler Entwickelung höher hinaufgerückt sein würde, als ob also seine Entfernung vom unteren Ende des Sternum abnorm gross sei: sondern der Nabel erscheint nur deshalb tieferstehend, weil die unter ihm befindlichen Theile in ihrer Entwickelung, in dem gehörigen Wachsthum nach unten, gehemmt wurden.[44]) Auch hier treten uns wieder jene schon oben (p. 291) citirten merkwürdigen Fälle entgegen, in denen der Nabel durch eine Brücke normaler Haut von dem oberen Rande der Harnblasenspalte getrennt ist. Diese stellen denn doch der Erklärung des Prolapsus vesicae durch eine abnorme Ausdehnung und mangelhaften Abschluss der Allantois eine bedeutende Schwierigkeit entgegen.

Was nun die Bildung der inneren Genitalien, die Bildung eines Uterus didelphys betrifft, so bezeichnet sie zwar ein Stehenbleiben auf einer früheren Entwickelungsstufe, indem die Müller'schen Gänge gesondert blieben, und insofern eine Hemmungsbildung. Dazu kommt nun aber, dass sich jeder Genitalkanal für sich zu einer Scheide und einem Uterus entwickelte und nicht auf jener Entwickelungsstufe stehen blieb, in der er sich befinden musste, als die das Zusammenfliessen der Müller'schen Gänge verhindernde Bedingung eintrat: es kann daher diese Form der inneren Genitalien nicht als einfache Hemmungsbildung, sondern muss als eine „Fehlbildung" bezeichnet werden. Da diese Missbildung, dieser wahre Uterus duplex separatus, bis jetzt nur in Combination mit Kloakbildung beobachtet ist, so muss zwischen beiden ein genauer Zusammenhang angenommen werden; und man könnte sich da wohl vorstellen, dass die Müller'schen Gänge durch die abnorme Ausdehnung der Allantois behindert wurden, sich in der Mittellinie zu erreichen und zusammenzufliessen.

Die Spaltung der vorderen Unterleibs- und Beckenwand konnte auf die Bildung der äusseren Genitalien nicht ohne Einfluss bleiben. Wenn wir die wulstige Vorragung, welche die als Labia minora gedeuteten Falten vereinigt (Fig. 1 *i*, 5 *h*),

---

[44]) cf. Schroeder v. d. Kolk, a. a. O. p. 28.

für eine Andeutung der Clitoris erklären, wie z. B. Gruber in seinem Falle (cf. pag. 288) thut, so haben wir hier eine Bildung, welche der bei Blasenspalte beobachteten epispadiaeischen Bildung der männlichen Genitalien vollkommen analog erscheint.

Das häufige Vorkommen einer Combination mit Spina bifida, die denn auch in unserem ersten Falle sich findet, und zwar immer mit Spina bifida lumbalis oder sacralis, führte darauf, zwischen dieser und der Kloakbildung einen genauen Zusammenhang zu suchen. So nahm man an, dass die durch die Hydrorhachis hervorgebrachte Verunstaltung des Rückenmarks auf jene Missbildung des Harn-, Generations- und Verdauungssystems einen bedeutenden Einfluss haben sollte. So glaubt z. B. Wasseige (cf. pag. 288), dass Hydrorhachis das erste war und Druck und Erweichung des Rückenmarks die anderen Missbildungen herbeigeführt habe. Früher fand überhaupt die Annahme eine Zeit lang Geltung, dass die anomale Bildung der Organe ihre Erklärung in der anomalen Bildung des Nervensystems fände, da sowohl die normale, als die anomale Entwickelung der Organe von der Entwickelung des Nervensystems abhängig sein sollte. Gegen die Aufstellung eines solchen Gesetzes trat besonders Bischoff auf und in seiner Entwickelungsgeschichte erwies er, dass kein Theil, wenn er nicht wirklich nur ein Theil eines anderen ist, so abhängig er sich später in seiner Function und Erhaltung von anderen zeigen mag, in seiner Entwickelung von dem andern abgeleitet werden kann. „Sie sind", sagt Bischoff[45]), „in ihrer Entstehung alle Producte derselben Kraft, welcher das Ganze sein Dasein verdankt, und primäre Modificationen ihrer Entstehung müssen in Modificationen dieser Grundursache gesucht werden." — Schon Meckel sprach sich gegen ein solches Abhängigkeits-Verhältniss zwischen Kloakbildung und Spina bifida aus[46]); ebenso G. Vrolik.[47]) Auch muss schon die Betrachtung, dass Kloakbildung mit Blasenspalte oft genug ohne Spina bifida vorkommt, sowie das ungemein häufige Vorkommen einer Spina bifida ohne jene oder anderweitige Missbildungen ein solches Abhängigkeitsverhältniss unwahrscheinlich machen. — Die Bildung einer Spina bifida beruht auf einer Ansammlung von Flüssigkeit im Centralkanale des Rückenmarks (oder auch innerhalb seiner Häute), und wenn wir

45) R. Wagner, Handwörterb. der Physiologie. Bd. I. p. 926.
46) Handb. I. p. 736.
47) a. a. O. p. 78.

unsere Annahme von der Entstehung der Blasenspalte und Kloakbildung durch Anhäufung von Flüssigkeit in der Allantois und dadurch bedingte Ausdehnung derselben festhalten; so haben wir zwischen beiden Bildungsfehlern insofern allerdings einen Zusammenhang, als beiden ein analoger Process zu Grunde liegt.

Dass die Ausdehnung der Allantois und die Hydrorhachis zu gleicher Zeit entstanden, ist nicht unwahrscheinlich: die erste Bedingung der Missbildung, die Anregung zu der Ansammlung einer grösseren Menge von Serum, erstreckte sich in dem einen Falle (unserem zweiten) blos auf die Allantois, im andern auch auf die hintere Fläche des unteren Endes des Embryo, resp. auf den unteren Theil des Rückenmarkes. — Da die Allantois schon sehr früh verschwindet, schon in der vierten Woche des Embryolebens nur noch die Nabelgefässe von ihrem früheren Vorhandensein Zeugniss geben, so haben wir denn auch die Entstehung der Missbildung in diese sehr frühe Zeit zu verlegen. Dafür spricht auch das Vorhandensein der Darmspalte; denn schon in der vierten Woche hat der Mitteldarm, dessen Lumen Anfangs mit dem Dottersack communicirte, sich geschlossen.

Da durch die Verkümmerung des Dickdarmes die ganze Dickdarmverdauung für den Digestionsprocess verloren ging, so ist schon deswegen der baldige Tod unserer zuerst beschriebenen Missbildung nicht zu verwundern. Auch die aus der Literatur angeführten Beobachtungen ergaben, dass die Kinder entweder schon todt zur Welt kamen oder, in wenigeren Fällen, doch nur kurze Zeit lebten, indem sie nach und nach immer schwächer wurden und atrophisch zu Grunde gingen. Am längsten lebte die von Friedländer (cf. pag. 286) beschriebene Missbildung, nämlich 25 Tage.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV. Fig. 1.

Ein Stück der vorderen Unterleibswand, von vorne.

a. Vorgestülptes Ende des Dünndarms.
a'. Oeffnung für den Austritt des Kothes.
b. Urogenital-Oeffnung der rechten Seite.
c. Mündung des linken Ureter.
d. Mündung der linken Scheide.
e. Oeffnung, durch die man in den Dickdarm gelangt.
f. Kegelförmige, mit einem Knöpfchen versehene Vorragung.
g. Seichte, über den rechten Randwulst herabziehende Furche.
h. Kleine Schamlippe.
i. Eine die kleinen Schamlippen verbindende wulstige Erhabenheit.
k. Stelle des Nabels.
ll. Andeutung der grossen Schamlippen.

Fig. 2.

Dasselbe, von hinten gesehen.

a. Vena umbilicalis.
b. Rechte, *b'* linke Arteria umbilicalis.
c. Unteres Ende des Dünndarms.
d. Dickdarm.
eg. Die die Mündungen des Dünn- und Dickdarms aufnehmende sackartige Erweiterung.
ff'. Blinddarmartige Fortsätze am unteren Ende derselben.
h. Rechter, *h'* linker Harnleiter.
i. Rechte, *i'* linke Scheide.
k. Rechter, *k'* linker Uterus.
l. Rechte Tube.
m. Rechtes Ovarium.
n. Tube der linken Seite, abgeschnitten.
o. Nach vorn gedrängter Theil der hinteren Wand des Sackes *eg.*

Fig. 3.

Die sackartige Erweiterung des Darms, sowie die rechte Scheide und Uterus geöffnet, von hinten.

a, *bb'*, *c*, *d*, *ff'*, *hh'*, *i*, *kk'*, *l*, *m*, *n* wie in Fig. 2.
e. Hintere Wand der sackartigen Erweiterung.
g. Vorliegendes Stück Dünndarmschleimhaut.
(*eg* entspricht Fig. 1 *a*.)
o. Sonde, vom Dickdarm in den Dünndarm geführt.
p. Sonde in der Ausmündungsöffnung der rechten Scheide.
q. Von der hinteren Wand der sackartigen Erweiterung nach vorn ziehender Schleimhautstrang.
rr. Fältchen der rechten Scheide.
s, *t*. Hals des rechten Uterus.

Tafel V. Fig. 4.

aa, *aa'*. Schmaler Cutisstreifen.
bb. Hernia umbilicalis.
c. Rechte, *c'* linke Arteria umbilicalis.
d. Vena umbilicalis.
e. Verbindung der Nabelgefässe zum Nabelstrange.
f. Rechter, *f'* linker Seitenwulst des Tumor.
gg. Kleine Schamlippen, durch
h. eine wulstige Vorragung unten vereinigt.
ii. Grosse Schamlippen.
k. Rechte Urogenitalmündung.
k'. Mündung der linken Scheide.
l. Oeffnung des Dünndarms.
mmm. Obere und seitliche Grenze der Darmzotten.
n. Oeffnung des Dickdarms.
o, *p*. Zwei in kleine Blindsäcke führende Oeffnungen.
q. Quere Falte oberhalb der Dickdarmöffnung.
r. Schmale, glatte, mit Längsfurchen versehene Fläche, rechts und *r'* links vom Mittelwulste.
** Stellen der inneren Enden der Ossa pubis.

Fig. 5.

Vordere Bauchwand mit dem Dünndarm heruntergeschlagen, linke Scheide und Uterus geöffnet.

a. Aorta.
b. Art. iliac. communis dextra, *b'* sinistra.
cc. Arteriae iliacae externae.
dd, *d'd'*. Arteriae umbilicales.
e. Arteria sacralis media.
f. Vena cava inferior.
gg. Venae iliacae communes.
h. Vena sacralis media.
ii. Sack der Hernia umbilicalis.
kk. Innere Enden der Ossa pubis.

l. Unteres Ende des Dünndarms.
m. Blindsack vom Dünndarm, entsprechend Fig. 4 *o*.
n. Blindsack vom Dickdarm.
o. Dickdarm.
p. Blindes Ende desselben.
q. Rechte, *q'* linke Scheide.
r. Rechter, *r'* linker Uterus.
s. Ausmündungsgang des linken Uterus.
t. Ligamentum uteri rotundum der rechten, *t'* der linken Seite.
uu'. Die Tuben.
vv'. Ovarien.
ww'. Harnleiter.
xxx. Erweiterung am Uebergange des Dünndarms in den Dickdarm, entsprechend der Stelle der Vorstülpung auf dem Tumor unterhalb des Nabelschnurbruches.

Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper.

Nr. VI.

Von

G. Meissner.

(Fortsetzung der gleichnamigen Untersuchungen Nr. I—V. im VII., VIII., X., XII. und XIV. Bande (p. 78) dieser Zeitschrift.)

1.

Die pflanzlichen Eiweisskörper.

Nachdem sich bei den früher mitgetheilten Untersuchungen über die wichtigeren und bekannteren der thierischen Eiweisskörper ergeben hatte, dass dieselben bei der Digestion mit Magensaft ebenso wie bei anhaltendem Kochen mit Wasser eine in allen wesentlichen Punkten übereinstimmende Spaltung erleiden in lösliche Albuminoide (Peptone) einerseits, und in unlösliche (Parapepton und Dyspepton) anderseits, erschien es nöthig, auch die pflanzlichen Eiweisskörper in dieser Beziehung einer Untersuchung zu unterwerfen, welche Herr Stud. J. de Bary aus Frankfurt in meinem Laboratorium unternahm. Obwohl viel Mühe und Zeit auf diese Untersuchung verwendet wurde, so können doch nur wenige sichere Ergebnisse mitgetheilt werden, welche allerdings zur Beantwortung der hier vorliegenden Hauptfrage genügen: die Absicht, eine genauere Vergleichung der in Pflanzen anzutreffenden Modificationen von Eiweisskörpern unter einander und mit den thierischen vorzunehmen, scheiterte vorläufig an den grossen Schwierigkeiten, welche die Trennung und Darstellung der pflanzlichen Eiweisskörper darbietet.

Um Pflanzeneiweiss zu gewinnen wurde theils Roggenmehl, theils Waizenmehl zu einem Teig verarbeitet, im Leinwandbeutel unter destillirtem Wasser ausgeknetet. In das Wasser gelangen Stärkemehl, Eiweiss und Gummi, letztere beiden gelöst oder wenigstens aufgequollen. Das Extract vom Roggenmehl ist viel schleimiger, als das vom Waizenmehl, und entwickelt beim Eindampfen bedeutend mehr freie Säure, als letzteres. Vom Stärkemehl lässt sich das Extract nicht abfiltriren; man thut am besten, die Stärke sich absetzen zu lassen und die darüber stehende durchscheinende Flüssigkeit mit dem Heber abzuziehen. Diese Flüssigkeit wurde dann mit Essigsäure schwach angesäuert eingedampft, wobei das Eiweiss in weissen Flocken sich abscheidet. Wenn es nicht sofort gelingt, die schleimige Flüssigkeit von diesen Flocken durch Abseihen zu trennen, so muss man mit viel Wasser verdünnen, von Neuem auf dem Wasserbade verdunsten, wenn es geht, abgiessen, wieder mit Wasser verdünnen und so fort, bis zuletzt das Eiweiss sich auf dem Seihtuch sammeln und waschen lässt.

Der Kleber, wie er nach langem Auskneten des Mehles unter Wasser im Beutel zurückbleibt, besteht aus dem in Weingeist löslichen Pflanzenleim oder Gliadin und dem Pflanzenfibrin. Letzteres ist aber durch Auskochen des Klebers mit Weingeist nur unvollkommen von dem Gliadin zu trennen. Das Gliadin scheidet sich aus der heissen weingeistigen Lösung beim Erkalten zum Theil ab; mit absolutem Alkohol und Aether lässt es sich gut fällen.

Das Gliadin ist kein Eiweisskörper im engern Sinne des Wortes, denn es wird bei der Digestion mit Pepsin und verdünnter Salzsäure nicht verändert, speciell nicht gespalten in der Weise, wie es für alle genuinen Eiweisskörper charakteristisch ist. Die von Bibra für das Gliadin vorgeschlagene Bezeichnung Casein ist jedenfalls nicht passend.

Eiweiss und Fibrin der reifen Getreidesamen verhalten sich wie thierische Eiweisskörper bei der Digestion mit Magensaft, sowie bei längerem Kochen mit Wasser: sie werden gespalten in Pepton und in Parapepton, resp. Dyspepton (s. unten). Da das Verfahren, sich von der Gegenwart dieser Spaltungsproducte zu überzeugen, bei den thierischen Eiweisskörpern wiederholt angegeben ist, so ist es nicht nöthig, darauf hier weiter einzugehen. Bei der Spaltung des Blutfibrins wurde zuerst bemerkt, dass das, was bisher für ein Pepton gehalten wurde, aus mehren in Wasser leicht löslichen peptonartigen Körpern besteht, die sich durch ihr Verhalten gegen Ferrocyan-

kalium und gegen concentrirte Salpetersäure unterscheiden und als a-, b-, c-Pepton bezeichnet wurden. So wie auch bei anderen thierischen Eiweisskörpern sich Analoges zeigt, so liefern auch beide genannten pflanzlichen Eiweisskörper zwei Peptone, von denen keines durch concentrirte Salpetersäure, wohl aber das eine, in geringerer Menge vorhandene, durch Blutlaugensalz aus essigsaurer Lösung gefällt wird: die Nichtfällbarkeit für beide eben genannte Reagentien ist charakteristisch für das c-Pepton, die Fällbarkeit für Blutlaugensalz bei Nichtfällbarkeit für concentrirte Salpetersäure bezeichnet das b-Pepton; a-Pepton fehlt. (Vergl. Nr. IV dieser Untersuchungen Bd. X, p. 54.)

Legumin wurde aus reifen trocknen Erbsen dargestellt. Dieselben wurden zerstossen mit Wasser in gelinder Wärme extrahirt; aus dem Extract wurde das Legumin durch Zusatz von Essigsäure und längere Digestion auf dem Wasserbade gefällt. Eine andere ebenfalls angewendete Darstellungsart ist die, die zerstossenen Erbsen mit 0,2 % Salzsäure in der Wärme zu extrahiren und das Legumin aus der salzsauren Lösung durch Neutralisation zu fällen. Der auf diese Weise dargestellte Eiweisskörper verhielt sich bei der Digestion mit Magensaft ebenso wie das Eiweiss aus Getreidesamen. Doch wiederhole ich, dass eine feinere Vergleichung des Verhaltens von Eiweiss, Fibrin und Legumin nicht ausführbar war. Gewiss ist, dass alle drei sich im Wesentlichen wie thierische Eiweisskörper verhalten und in ganz analoge Spaltungsproducte zerlegt werden können, wie das auch wohl nicht anders erwartet werden konnte.

2.

Ueber die Parapeptone.

Gelegentlich vorstehender Untersuchungen über pflanzliche Eiweisskörper wurden einige Wahrnehmungen gemacht über eine merkwürdige Beziehung der Parapeptone zu den sogenannten Dyspeptonen, welche die Veranlassung waren zu einer im Verein mit Herrn de Bary unternommenen erneuten Untersuchung über die Parapeptone überhaupt.

Es ist bekannt, dass Albumin, Syntonin, Caseïn, Blutfibrin bei der durch Chlorpepsinwasserstoffsäure bei 40—50° C. bewirkten Spaltung unter Anderm ein in Wasser unlösliches, schon in sehr verdünnten Säuren und Alkalien aber leicht lösliches Spaltungsproduct, das Parapepton, liefern. Dasselbe

ist vermöge der eben genannten Löslichkeitsverhältnisse in der salzsauren Verdauungslösung der ursprünglichen Eiweisskörper, welche 0,1 — 0,2 % freien ClH enthält, gelöst und wird aus dieser Lösung durch Neutralisation gefällt. Auch die pflanzlichen Eiweisskörper die oben aufgeführt sind, liefern Parapepton.

Weil die Parapeptone im Gegensatz zu den übrigen Spaltungsproducten der Eiweisskörper, den genuinen, ursprünglichen Eiweisskörpern verhältnissmässig sehr ähnlich sind, so musste früher die Frage ganz besonders berücksichtigt werden, ob die Parapeptone nicht etwa blos Reste von nicht vollständig der Wirkung des Magensaftes unterlegener Substanz seien, ob also nicht weiter fortgesetzte Einwirkung des Magensaftes die Parapeptone weiter verändere. Mit dieser etwaigen Veränderung aber war die Umwandlung in löslichere Körper, speciell in im Wasser lösliche gemeint, denn jene Frage bedeutete mit Rücksicht auf das, was man nach den Untersuchungen von Mialhe und Lehmann wusste, ob Parapepton nicht könnte in Pepton durch Magensaft verwandelt werden. Die Antwort auf diese Frage fiel verneinend aus, denn früher mitgetheilte Versuche ergaben, dass, wenn man die Digestion eines Eiweisskörpers mit wirksamen Magensaft auch noch so lange fortsetzt, immer noch bei Neutralisation Parapepton ausgefällt wird, dass ferner die Menge dieses Parapeptons dabei unverändert bleibt, keine Abnahme erfolgt, dass ferner auch die Digestion des ausgefällten, isolirten Parapeptons für sich allein mit wirksamen Magensaft keine Umwandlung desselben in einen im Wasser löslichen Körper bewirkt. Bei diesen Versuchen war die Wirksamkeit des angewendeten Magensaftes immer dadurch constatirt, dass derselbe auf genuine Eiweisskörper gut verdauend wirkte; aber es wurde wiederholt zur Constatirung der Unveränderlichkeit des Parapeptons auch absichtlich eine noch grössere Menge Pepsin angewendet, als nöthig war, um z. B. in Verbindung mit 0,2 % Salzsäure hart gekochtes Albumin rasch aufzulösen, zu verdauen.

Als später ermittelt wurde, dass die Eiweisskörper ganz dieselbe Spaltung, die sie bei Digestion mit Magensaft erleiden, auch erfahren bei anhaltendem Kochen mit Wasser, und dass dabei auch schliesslich ein Rückstand bleibt, der im Wasser absolut unlöslich ist, auch auf diese Weise also die Spaltung in Peptone und Parapepton erfolgt, so erwuchs hieraus eine weitere Stütze für die auf Grund oben genannter Versuche schon ausgesprochene Behauptung, dass das Parapepton kein

unverdauter Rest, sondern ein erst bei der Einwirkung des Magensaftes neben den löslichen Spaltungsproducten entstehendes im Wasser unlösliches Spaltungsproduct ist, welches durch das wirksame Agens des Magensaftes nicht in eine im Wasser lösliche Form übergeführt werden kann, dass also die Parapeptone definitive Spaltungsproducte der Eiweisskörper sind. Eine ganz andere Frage ist es natürlich, ob etwa durch andere Einwirkungen, z. B. durch die Wirkung des pankreatischen Saftes die Parapeptone löslich gemacht werden können: wir haben es zunächst nur mit der Wirkung des Magensaftes und solcher Agentien zu thun, die, wie das kochende Wasser, ebenso wirken wie der Magensaft. Wir haben übrigens jene Frage nach der Berechtigung der Parapeptone als definitive Spaltungsproducte nie aus den Augen gelassen, aber immer, auch bei den pflanzlichen Eiweisskörpern, obiges Ergebniss bestätigt gefunden.

Mehr als dies hat sich ergeben: es können die Parapeptone nicht nur nicht für Wasser löslich gemacht werden durch die hier interessirenden Einwirkungen, sondern diese Körper können sogar durch solche Einwirkungen, wie die, denen sie ihr Entstehen verdanken, noch unlöslicher gemacht werden, d. h. sie können dadurch ihre Löslichkeit in verdünnten und mässig concentrirten Säuren und in geringerem Grade auch für verdünnte Alkalien einbüssen.

In der dritten Abtheilung dieser Untersuchungen wurde pag. 6 angegeben, dass das Parapepton des Syntonins durch einige Zeit fortgesetztes Kochen im Wasser schwerer löslich wird für verdünnte Säuren, und hieraus erklärte sich sofort, wie es kommt, dass der beim anhaltenden Kochen des Syntonins schliesslich übrig bleibende unlösliche Rückstand, der zweifellos für das von den in Lösung gegangenen Bestandtheilen des Syntonins getrennte Parapepton gehalten werden muss, so schwer löslich für verdünnte Säuren ist. (Vergl. Nr. III dieser Untersuchungen p. 20.) Was für das Syntonin und für dessen Parapepton gilt, gilt auch für die anderen Eiweisskörper und ihre Parapeptone. Jedes durch Wirkung des Magensaftes entstandene Parapepton büsst durch anhaltendes Kochen mit Wasser nach und nach seine Löslichkeit für verdünnte Säuren ein, daneben auch, wenn auch nicht in gleich hohem Grade, seine ursprünglich bedeutende Löslichkeit für Alkalien, es wird also überhaupt schwerer löslich durch die Wirkung des kochenden Wassers. Dem entspricht, dass, wenn die Eiweisskörper anstatt durch Digestion mit Magensaft dadurch gespalten (verdauet) werden, dass man sie so lange mit

Wasser kocht, bis dasselbe Nichts mehr auflöst, der dem Parapepton entsprechende, das Parapepton darstellende oder enthaltende Rückstand ebenfalls beinahe unlöslich ist für Säuren und schwerer löslich auch für verdünnte Alkalien.

Ganz dasselbe nun, was durch Kochen mit Wasser bewirkt wird, lässt sich erreichen durch eine über das gewöhnliche Mass gesteigerte Einwirkung von Pepsin mit verdünnter Salzsäure bei 40 — 50°. Unter gewöhnlichem Mass der Einwirkung des in Rede stehenden Fermentes verstehen wir diejenige, durch welche jeder beliebige genuine Eiweisskörper, also z. B. fest geronnenes Albumin im Laufe einiger Stunden in gewöhnlicher Weise aufgelöst, verdauet wird. Ein hierzu gut geeigneter Magensaft ist im Allgemeinen (die verschiedenen Parapeptone verhalten sich nicht ganz gleich) schlecht oder auch gar nicht geeignet, die Löslichkeit des Parapeptons zu vermindern, sondern um dies in merklicher Weise zu bewirken, muss man im Allgemeinen eine bei weitem grössere Menge Pepsin auf die gleiche Menge der gleichen Salzsäure (0,2 %) anwenden. Doch muss sogleich bemerkt werden, dass auffallende und gewiss sehr beachtenswerthe Verschiedenheiten zwischen den Parapeptonen der verschiedenen Eiweisskörper stattfinden in der Beziehung, dass die einen leichter unlöslich gemacht werden können als andere. Diese Differenz zeigt sich sowohl in der Menge des Pepsins, welche man anwenden muss, um die Löslichkeit merklich zu vermindern, als auch in der für diese Veränderung erforderlichen Zeitdauer. Im Allgemeinen können die Parapeptone der pflanzlichen Eiweisskörper leichter in die schwer lösliche Modification übergeführt werden, als die der thierischen. Unter den Parapeptonen thierischer Eiweisskörper wird das des Albumins am schwersten unlöslich, nächstdem das des Syntonins, leichter das des Fibrins und Caseïns; auch das Parapepton des pflanzlichen Albumins wird schwerer unlöslich, als das des Klebers und Legumins. Die bezüglichen Versuche wurden in der Weise angestellt, dass die verschiedenen eben genannten Eiweisskörper in gewöhnlicher Weise in Verdauung gegeben und dann durch Neutralisation der sauren Lösung die Parapeptone ausgefällt wurden. Von diesen wurden dann Proben mit gewöhnlichem bis dahin angewendeten Magensaft weiter digerirt, andere mit Magensaft von dem gleichen Säuregehalte aber grösserem Pepsingehalt. Während nun in jenen ersteren Proben keine sichtbare Veränderung eintrat, begann in den anderen nach kürzerer oder längerer Zeit die Ausscheidung eines flockigen Niederschlages, der unter Abnahme des durch Neutralisation fällbaren

zunahm, und bei hinreichender, nöthigenfalls durch weitern Pepsin-Zusatz gesteigerter Einwirkung schied sich endlich sämmtliches Parapepton aus: dasselbe war also für 0,2 % Salzsäure unlöslich geworden. Wie schon in Obigem durch den Ausdruck angedeutet, handelt es sich wahrscheinlich auch bei dieser Verwandlung des Parapeptons durch die Wirkung des Pepsins, wie bei der durch Kochen, nicht um die plötzliche Ueberführung in eine Modification mit ganz bestimmten Löslichkeitsverhältnissen, sondern vielmehr um eine ganz allmälig fortschreitende Löslichkeitsabnahme, so dass denn auch wahrscheinlich schon eine weniger intensive Einwirkung von Pepsin und Salzsäure ebenfalls ihre Wirkung haben wird auf das Parapepton, nur dass sie eben noch nicht merklich oder auffallend hervortritt, während sie auf das Unzweideutigste zur Erscheinung kommt, wenn man den in 0,2 % Salzsäure gelösten Körper sich nach und nach aus diesem Lösungsmittel ausscheiden sieht.

Dass bei unseren früheren Versuchen über das Verhalten des Parapeptons die eben besprochene Erscheinung nicht beobachtet wurde, hat seinen Grund darin, dass niemals so grosse Mengen von Pepsin bei dem immer vorzugsweise benutzten Albumin-Parapepton, welches am schwersten unlöslich wird, in Anwendung gebracht wurden; es fehlte dazu damals die Veranlassung, weil es zunächst auf Nachahmung der natürlichen Verhältnisse abgesehen war. Wir müssen es nämlich für mehr als unwahrscheinlich halten, dass es im thierischen Körper auf jene extreme Wirkung des Pepsins, die Parapeptone unlöslich zu machen, abgesehen ist, in der Weise, wie es auf die Spaltung des Eiweisskörpers abgesehen ist, wenn auch vielleicht die Parapeptone, welche besonders leicht ihre Löslichkeit verlieren sich zum Theil unter der Einwirkung des Magensaftes aus der sauren Lösung ausscheiden mögen. Es handelt sich also nach unserer Ansicht hier um eine Wirkung des Pepsins auf die Parapeptone, von der wir nicht glauben, dass sie physiologisch in Anwendung kommt. Das Interesse derselben für den ganzen Gegenstand dieser Untersuchungen wird dadurch nicht geschmälert.

Die im Vorstehenden erörterten Thatsachen führen nun zu einer sehr erwünschten Vereinfachung dessen, was nach den früheren Untersuchungen über die Verschiedenheit der Spaltungsproducte verschiedener Eiweisskörper hingestellt werden musste.

Das Caseïn nämlich und das Fibrin lieferten bei der Verdauung durch gewöhnlichen Magensaft ausser Peptonen und

Parapepton auffallender Weise noch ein ganz besonderes Product, welches bei der Spaltung der anderen Eiweisskörper nicht auftrat, einen nicht nur im Wasser unlöslichen, sondern auch in verdünnten Säuren unlöslichen oder wenigstens sehr schwer löslichen Körper, welcher als ein sehr fein vertheilter Niederschlag in der sauren Verdauungslösung suspendirt war. Dieser Körper wurde vorläufig Dyspepton genannt. Dass derselbe wiederum kein unverdauter Rest war, dass er nicht löslich gemacht werden konnte durch weitere Wirkung des Magensaftes, war festgestellt. Es blieb, so wie die Sache früher stand, Nichts übrig als anzunehmen, dass Caseïn und Fibrin ausser den gewöhnlichen, allen Eiweisskörpern zukommenden Spaltungsproducten noch ein besonderes, eben das Dyspepton lieferten, ein Umstand, der einigermassen räthselhaft erscheinen musste. In quantativer Beziehung vertrat das Dyspepton des Caseïns gewissermaassen die Stelle des Parapeptons anderer Eiweiskörper, denn das Parapepton des Caseïns trat quantitativ sehr zurück.

Diese Beobachtungen klären sich jetzt einfach auf: das Dyspepton des Caseïns und Fibrins ist nichts Anderes, als ein für verdünnte Säuren schwer löslich oder unlöslich gewordener Theil des Parapeptons dieser Eiweisskörper, dessen anderer Theil noch löslich für verdünnte Säuren mit den Eigenschaften des ursprünglichen Parapeptons in Lösung ist. Caseïn und Fibrin sind, wie oben angegeben, diejenigen thierischen Eiweisskörper, deren Parapeptone am leichtesten in die unlösliche Modification übergeführt werden können, und so reicht denn für diese Parapeptone schon die Wirksamkeit eines gewöhnlichen gut wirksamen Magensaftes, ohne besonders grossen Pepsingehalt, hin, um einen Theil derselben für verdünnte Säure schwer löslich zu machen, so dass dieser Theil sich aus dem Magensaft abscheidet. Man kann in oben angegebener Weise auch den Rest unlöslich machen, also in Dyspepton verwandeln, aber die Wirksamkeit des ursprünglichen Magensaftes reichte dazu in unseren Versuchen nie aus, sie schien erschöpft durch die Wirkung auf einen Theil des Parapeptons, was aber natürlich in sofern zufällig war, als ein vorn herein mit grösserem Pepsingehalt versehener Magensaft auch unmittelbar sämmtliches Parapepton unlöslich gemacht haben würde: für die Spaltung des Caseïns oder Fibrins, die Entstehung des Parapeptons, war unser Magensaft immer ausserordentlich wirksam, aber, wie oben angegeben, dies reicht nicht aus, um die weitere Wirkung auf das Parapepton merklich auszuüben oder zu vollenden.

Das Caseïn und Fibrin sind also durch das Dyspepton, welches sie liefern, nicht verschieden von den anderen Eiweisskörpern; man kann sagen, dass jeder Eiweisskörper Dyspepton liefert oder liefern kann, denn Dyspepton ist nur schwer oder unlöslich gewordenes Parapepton, und jeder Eiweisskörper liefert Parapepton. Die Bezeichnung Dyspepton können wir in Zukunft wieder fallen lassen.

Die oben genannten pflanzlichen Eiweisskörper, besonders Fibrin und Legumin, liefern gleichfalls Parapeptone, die ziemlich leicht unlöslich werden, und so kommt es, dass man auch hier gewöhnlich schon bei der Digestion des Eiweisskörpers mit gewöhnlichem Magensaft einen Theil des Parapeptons sich aus der sauren Lösung als Dyspepton abscheiden sieht.

Eine Bemerkung, welche ich schon mehrfach gemacht habe, dass nämlich die gleichnamigen Spaltungsproducte der verschiedenen Eiweisskörper trotz der gleichen Reactionen nicht für identische Substanzen zu halten sind und gewisse, freilich schwer bestimmt zu bezeichnende Verschiedenheiten zeigen, wie die ursprünglichen Eiweissstoffe selbst, bestätigt sich besonders deutlich bei den Parapeptonen, welche sich dadurch sehr merklich von einander unterscheiden, dass sie der Ueberführung in die unlösliche Modification (früher Dyspepton genannt) nicht den gleichen Widerstand entgegensetzen, die einen sehr leicht, die anderen sehr schwer diese Verwandlung eingehen.

Von dem Vorstehenden nehme ich noch Veranlassung, von Neuem auf die grosse Aehnlichkeit der Wirkung des kochen-Wassers und der Wirkung des Magenfermentes in salzsaurer Lösung auf die Gruppe der Eiweisskörper aufmerksam zu machen. Beide Einwirkungen bewirken die Spaltung der genuinen Eiweisskörper in die gleichen Spaltungsproducte, wie in der III. und IV. Abtheilung dieser Untersuchungen ausführlich nachgewiesen wurde; beide Agentien wirken auch in der gleichen Weise auf das eine der Spaltungsproducte, auf das Parapepton, indem beide nach und nach die Löslichkeit desselben immer weiter reduciren.

3.

Ueber den thierischen Leim.

In Nr. I dieser Untersuchungen (Bd. VII. p. 15) theilte ich als Ergebniss einiger vorläufiger Versuche über das Verhalten des Leims bei Digestion mit Magensaft mit, dass derselbe sich dabei nicht verändere, auch sein Gelatinirungsvermögen

nicht einbüsse. Meine Versuche wurden mit Gelatine und einem künstlichen Magensaft angestellt, wie er für wahre Eiweisskörper sehr wirksam war, höchstens 0,2 % freien ClH enthaltend. Zur Prüfung meiner Angabe stellte E. Metzler*) auf Eckhard's Veranlassung ähnliche Versuche an und gelangte zu dem Resultat, dass der Leim zwar seine Reactionen nicht verändere, dagegen die Fähigkeit zu gelatiniren durch die Digestion mit künstlichem Magensaft verliere. Herr Stud. Th. Kirchner aus Oldersum hat nun auf meinen Wunsch den Gegenstand von Neuem in Angriff genommen, um wo möglich die Ursache der Differenz zwischen obigen beiden Befunden aufzuklären. Die Ergebnisse dieser auch noch weiter ausgedehnten Untersuchung sollen im Folgenden mitgetheilt werden.

Gelatine wurde mit salzsaurer Pepsinlösung bei 40—45° C. 24 Stunden lang digerirt. Die Flüssigkeit enthielt wie bei den früheren Versuchen und wie bei den meisten Versuchen mit Eiweisskörpern 0,2 % freien Cl H; das Pepsin war in Verbindung mit Salzsäure sehr wirksam zur Verdauung von Eiweiss, wie besonders geprüft wurde, und wurde auch in sehr reichlicher Menge bezüglich der zur raschen Verdauung von Eiweiss nothwendigen Menge angewendet, so dass also der Versuch durchaus vergleichbar war mit denjenigen, die als Norm dienen sollten, nämlich mit der Verdauung wahrer Eiweisskörper. Wenn nach 24stündiger Digestion die Flüssigkeit gehörig abgekühlt wurde, so gerann sie zu einer steifen Gallerte, gerade so wie eine ebenso zusammengesetzte und ebenso behandelte Gelatinelösung ohne Pepsin. Die chemischen Reactionen waren ebenfalls unverändert geblieben. Dieser Versuch ist mehrfach wiederholt worden und bestätigt das, worauf es auch früher zunächst ankommen sollte, dass nämlich unter den Umständen, unter denen wahre Eiweisskörper verdaut und in eigenthümlicher Weise gespalten werden, der Leim keine Veränderung erleidet. Wenn die pepsinhaltige salzsaure Gelatinelösung noch länger bei 40—45° C. digerirt wurde, so büsste sie auch dann noch nicht ihr Gelatinirungsvermögen ein, doch wurde allerdings beobachtet, dass sie zuletzt eine etwas weniger steife Gallerte bildete, als die reine salzsaure Gelatinelösung ohne Pepsin. Einige Male wurde beobachtet, dass sich aus der mit Pepsin digerirten Lösung

*) Beiträge zur Lehre von der Verdauung des Leims u. s. w. Giessen. 1860.

während der Digestion ein flockiger Absatz ausschied, während die Leimlösung vollkommen durchsichtig und klar wurde. Wie Metzler, der dies auch beobachtete, vermuthete, handelt es sich dabei um eine Klärung des Leims, wie sie auf andere Weise in der Küche vorgenommen wird, der Absatz besteht aus den selbst die feineren Gelatinelösungen trübenden Verunreinigungen des Leims. Zu dieser Klärung wirkt jedenfalls das Pepsin, denn in den rein salzsauren Lösungen trat sie nie ein.

Wenn der Leim mit concentrirterer Salzsäure, es wurde bis zu 1,5 % ClH angewendet, digerirt wurde, so hatte er nach einiger Zeit die Fähigkeit zu gelatiniren verloren, und zwar in gleicher Weise bei Digestion mit Pepsin und ohne Pepsin. Die verdünnte Säure wirkt also bei mittlerer Temperatur ebenso auf den Leim, wie anhaltendes Kochen mit Wasser, wobei, wie bekannt, der Leim gleichfalls die Fähigkeit zu gelatiniren einbüsst. Die chemischen Reactionen bleiben in beiden Fällen unverändert. Versuche mit Salzsäure, die über 0,3 % freien ClH enthält, können nicht wohl in Vergleich mit eigentlichen Verdauungsversuchen gebracht werden, so lange so gut als möglich die natürlichen Bedingungen eingehalten werden sollen, weil der Magensaft auch der Fleischfresser niemals mehr freie Säure enthält.

Aus vorstehenden Versuchen müssen wir schliessen, dass wenn bei Digestion von Leim mit künstlichem Magensaft der Leim seine Fähigkeit zu gelatiniren einbüsst, diese Wirkung hauptsächlich der Salzsäure zukommt, welche jedoch bei einer Verdünnung zu 0,2 % ClH in dieser Richtung kaum merklich wirkt; dem Pepsin in Verbindung mit Salzsäure können wir allerdings nicht jede Wirksamkeit absprechen, die Gerinnungsfähigkeit des Leims aufzuheben, doch war dieselbe bei Anwendung solcher Mengen, wie sie zur raschen Verdauung von Eiweisskörpern nothwendig und ausreichend sind, sehr wenig merklich. Obwohl somit unsere Versuchsresultate denen von Metzler nicht mehr geradezu gegenüber stehen, so herrscht doch auch noch keineswegs vollständige Uebereinstimmung; denn Metzler giebt an, dass in allen Versuchen mit Pepsin, bei verschiedenem Gehalt und auch bei verschiedenem Säuregehalt, die Fähigkeit zu gelatiniren nach verhältnissmässig kurzer Zeit aufgehoben sei, während in allen Vergleichsversuchen mit durch Kochen zerstörtem Ferment das Gelatiniren eingetreten sei. Metzler, der kein wirksames käufliches Pepsin erhalten konnte und sich des Extracts der Schleimhaut des Schweinsmagens bediente, beobachtete bedeutende Wirksamkeit

des Pepsins und nur geringe Wirksamkeit der Salzsäure zur Aufhebung des Gelatinirvermögens, obwohl er sich in einem Theil der Versuche eines bedeutend grössern Säuregehaltes bediente als wir. (Metzler giebt nur das specifische Gewicht der benutzten Salzsäure an, aus welcher durch Verdünnung die verschiedenen Lösungen gemacht wurden; zur Orientirung bemerken wir, dass Salzsäure von 1007 spec. Gewicht nahezu 1,5 % ClH enthält, solche mit 0,2 % — 0,3 % ClH etwa 1002 wiegt.)

Das Wichtigste ist jedenfalls das auch von Metzler angegebene Resultat, womit auch Mulder übereinstimmt, dass das Glutin sein chemisches Verhalten nicht ändert bei der Digestion mit Magensaft, alle ursprünglichen Reactionen behält und ein und dasselbe bleibt, während alle wahren Eiweisskörper in Peptone und Parapepton gespalten werden.

Sofern das Glutin nicht gefällt wird durch Blutlaugensalz aus essigsaurer Lösung, nicht durch Säuren, ausser Gerbsäure, nicht durch Alkali- und Erdsalze, auch nicht durch einige Salze der schweren Metalle, wie Kupfervitriol, Eisensalze, sofern es mit absolutem Alkohol eine im Wasser lösliche Fällung giebt, verhält sich das Glutin im Allgemeinen der Gruppe der Peptone ähnlich, wie das mit Recht schon früher ausgesprochen wurde, und dem entspricht es denn auch, dass das Glutin durch Magensaft chemisch nicht weiter verändert wird, so wenig wie die einmal entstandenen Peptone. Da das Glutin gewonnen wird durch anhaltendes Kochen des glutingebenden Gewebes mit Wasser, so konnte auch daraus jetzt geschlossen werden, dass sich das Glutin nicht ähnlich einem wahrem Eiweisskörper verhalten kann, denn man weiss jetzt, dass wahre Eiweisskörper bei anhaltendem Kochen mit Wasser ebenso gespalten werden, wie bei der Verdauung mit Magensaft, und Peptone in die Lösung übergehen. Auch hinsichtlich des Ursprungs verhält sich also das Glutin ähnlich den Peptonen.

Anhaltendes Kochen mit Wasser ist nicht die einzige Art, wie man Glutin aus glutingebendem Gewebe erzeugen kann. Wenn man zerhackte Sehnen mit 0,2 % Salzsäure in Brutwärme oder in etwas höherer Temperatur digerirt, so quellen die Sehnenstücke alsbald auf und lösen sich zum grössten Theil auf. Neutralisirt man die colirte Lösung und lässt erkalten, so gesteht sie zu einer steifen Gallert, man hat vollkommen Leim, und zwar bedeutend mehr, als in der gleichen Zeit durch Kochen mit Wasser zu erhalten ist. Schon Löwig

hat angegeben, dass die Gegenwart verdünnter Säure die Leimbildung beim Kochen beschleunigt. Der durch Digestion mit verdünnter Salzsäure erhaltene Leim verhält sich chemisch gerade so wie anderer Leim. Auch etwas stärkere Salzsäure kann man anwenden, doch ergiebt sich aus dem oben Mitgetheilten, dass man eine gewisse Grenze der Concentration oder der Zeit der Digestion einhalten muss, wenn man ein gutes Gelatinirungsvermögen des Leimes bewahren will. Die Digestion mit der sehr verdünnten Säure ist es hier, welche auf das leimgebende Gewebe und auf den Leim ebenso wirkt, wie anhaltendes Kochen mit Wasser: beide erzeugen zuerst Leim, der beim Erkalten gelatinirt, und weiter wirkend heben beide das Gelatinirungsvermögen auf. Ein Zusatz von Pepsin zu der verdünnten Salzsäure schien die Leimbildung zu befördern, so wie denn derselbe später auch die Aufhebung des Gelatinirvermögens befördert.

Das Verhalten des chondringebenden Gewebes und des Chondrins bei Digestion mit verdünnter Salzsäure ist wesentlich verschieden von dem des glutingebenden Gewebes und des Glutins bei gleicher Behandlung. Das chondringebende Gewebe so wie das Chondrin selbst erleidet eine tiefer greifende Umwandlung bei der Digestion mit verdünnter Salzsäure.

Wenn man wohlgereinigte Luftröhrenknorpel (vom Rind) zerhackt, mit Salzsäure von 0,2 % — 1,5% ClH bei 40 bis 50° C. digerirt, so lösen sich die Knorpelstücken ziemlich rasch zum grössten Theil auf zu einer trübe, opalisirend durchs Filter gehenden Lösung. Wenn man diese Lösung entweder genau neutralisirt oder nur bis zu sehr schwach saurer Reaction abstumpft mit Kalilauge, aber durchaus alkalische Reaction vermeidet, so entsteht eine starke Trübung, welche von einem so fein vertheilten oder so unvollkommen ausgeschiedenen Niederschlage herrührt, dass sich eine klare Flüssigkeit nicht abfiltriren lässt. Lässt man aber die trübe Flüssigkeit etwa 12 Stunden stehen, so hat sich der Niederschlag als eine zähe, kleisterähnliche weisse Masse am Boden des Gefässes abgesetzt, und es lässt sich nun eine völlig klare Lösung zum grössten Theile abgiessen. Jene im Wasser unlösliche kleisterähnliche Masse löst sich leicht in sehr verdünnten Alkalien. Sie ist stickstoffreich und zeigt die charakteristischen Reactionen des Chondrins, wird gefällt durch Essigsäure und Weinsäure, ohne sich im Ueberschuss wieder zu lösen; wird ferner durch Oxalsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure gefällt, Niederschläge, die im Ueberschuss der Säuren löslich sind; wird ferner durch Alaun, Eisenchlorid, durch andere Metallsalze,

Alkohol und Chlorwasser gefällt. Die Substanz löste sich beim Kochen mit Wasser nur sehr langsam auf. Es scheint also, dass man hier die chondrigene Substanz selbst vor sich hatte; doch müssen noch weitere Versuche entscheiden, ob ein gelatinirender Leim daraus entstehen kann.

Das wasserklare neutrale Filtrat enthält nun aber noch viel Substanz in Lösung, welche weiter umgewandeltes Chondrin ist. Digerirt man jenes als kleisterähnliche Masse erhaltene Chondrin von Neuem mit verdünnter Salzsäure, so wird auch dieses umgewandelt, und man erhält statt des im Wasser unlöslichen Körpers dieselben löslichen Substanzen, welche sich in der vom kleisterähnlichen Chondrin abfiltrirten Lösung befinden. Jenes kleisterartig sich abscheidende Chondrin ist nur ein Rest noch nicht vollkommen umgewandelter Substanz.

Die wasserklare Lösung enthält nämlich fürs Erste einen Körper, welcher die Reactionen des Glutins zeigt. Während die für Chondrin charakteristischen Fällungen durch oben genannte Säuren, so wie durch Alaun, Eisenchlorid fehlten, trat mit Alkohol, Gerbsäure, Chlorwasser, Quecksilberchlorid etc. Fällung ein. Die Fähigkeit zu gelatiniren trat nicht deutlich hervor, indessen ist dies keineswegs ein Grund gegen die Annahme von Glutin, da dieses die Fähigkeit zu gelatiniren durch Einwirkung verdünnter Salzsäure verlieren kann. Da die Masse dieses Glutins oder wenigstens glutinähnlichen Körpers so bedeutend war, dass nicht an einen Ursprung aus den geringen Spuren von Bindegewebe, die etwa den geschabten Knorpelstücken noch anhaften konnten, zu denken war, derselbe glutinartige Körper auch aus jenem kleisterartigen Chondrin durch weitere Digestion mit verdünnter Salzsäure erhalten wurde, so handelte es sich offenbar hier um dasselbe, was zuerst Friedleben*) beobachtet, und schon Trommer**) bestätigt hat, dass nämlich Glutin oder wenigstens eine glutinähnliche Substanz aus dem Chondrin durch Digestion mit verdünnter Salzsäure (nach Trommer auch mit Schwefelsäure und Phosphorsäure) entsteht.

Dieses Entstehen von Glutin aus dem Chondrin scheint aber nach unseren Beobachtungen nicht auf einer einfachen Verwandlung des Letztern in Glutin zu beruhen, sondern viel-

---

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie X. p. 20.

**) Archiv für pathologische Anatomie XIX. p. 554.

mehr auf einer Spaltung des Chondrins in zwei Atomcomplexe, deren einer das Glutin ist, während der andere vielleicht Zucker ist. Es findet sich nämlich in jener Lösung, welche den glutinähnlichen Körper enthält, immer neben diesem eine Substanz, welche alle für Traubenzucker charakteristischen Reactionen zeigt, und welche wir auch geradezu für Zucker erklären würden, wenn die mit aller möglichen Sorgfalt angestellten Gährungsversuche mit grösserer Evidenz und Bestimmtheit ausgefallen wären.

Es ist bekannt, dass Boedeker und Fischer durch Kochen von Rippenknorpeln mit concentrirter Salzsäure einen Körper erhielten, welcher Kupferoxyd in alkalischer Lösung, Wismuthoxyd reducirte, welcher auch der Darstellungsweise nach dem Zucker entsprach, und welcher endlich auch mit Hefe gährte, so dass Boedeker und Fischer denselben für Zucker erklärten. Wir haben diese Versuche wiederholt und fanden, als wir dasselbe Verfahren einschlugen, welches Boedeker und Fischer befolgten, deren Angaben vollkommen bestätigt bis auf den Umstand, dass die Gährung niemals so stark und zweifellos eintrat, wie es nach der Menge der das Kupferoxyd reducirenden Substanz zu erwarten gewesen wäre. Boedeker hatte früher ebenfalls gerade wegen Mangel der Gährungsfähigkeit Anstand genommen, die fragliche Substanz für Zucker zu halten, und meint nun, nachdem ihm die Gährung vollkommen gelungen, dass er früher wohl habe die Säure zu stark auf den Zucker einwirken lassen. Bei der Darstellung der fraglichen Substanz durch Kochen des Knorpels mit concentrirter Säure ist das natürlich leicht möglich. Nun ist aber dies nicht der einzige Weg, um jenen Körper aus dem Chondrin zu gewinnen; dieselbe jedenfalls dem Zucker sehr ähnlich sich verhaltende Substanz entsteht auch bei Digestion des permanenten Knorpels mit sehr verdünnter Salzsäure, wie oben schon bemerkt, sie entsteht jedesmal neben der glutinartigen Substanz. Ebenso enstand der zuckerähnliche Körper neben dem glutinartigen, wenn jenes kleisterartige Chondrin für sich allein von Neuem mit verdünnter Salzsäure digerirt wurde. Chondrin selbst zeigt durchaus keine der Reactionen, welche jene zuckerähnliche Substanz charakterisirt. Die Menge, in welcher der zuckerähnliche Körper entstand, schien nur davon abzuhängen, wie viel Chondrin der Einwirkung der verdünnten Säure unterlegen war.

Wenn man das Chondrin der Einwirkung der concentrirten Salzsäure unterwirft, so bleibt neben dem zuckerähnlichen

Körper ebenfalls der glutinartige zurück, aber derselbe ist dann weiter verändert, zum Theil zersetzt, und zeigt nicht mehr die Eigenschaften des Glutins. Boedeker bemerkte auch, dass der Zucker, den er früher Chondroidsäure nannte, mit einer glutinartigen Substanz gemengt sei.

Wie es nach Trommer nicht die Salzsäure allein ist, welche aus Chondrin Glutin zu bilden vermag, so lässt sich auch die zuckerähnliche Substanz durch Behandeln des Knorpels mit concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure erhalten: zur Digestion mit ganz verdünnter Säure haben wir diese anderen Säuren nicht angewendet. Ein Zusatz von Pepsin zu der verdünnten Salzsäure (0,3 %) schien keinen fördernden Einfluss auf die Umwandlung des Chondrins zu haben.

Nehmen wir an, was unsere wegen äusserer Umstände nicht ganz zu Ende geführte Untersuchung nahezu vollkommen bestätigt hat, dass jene aus dem Chondrin entstehende glutinähnliche Substanz wirklich Glutin selbst und die zugleich auftretende zuckerähnliche Substanz wahrer Zucker ist, so werden die Beobachtungen von Friedleben und Trommer einerseits, die von Boedeker und Fischer anderseits durch unsere Untersuchung in die nächste Beziehung zu einander gebracht, denn gewiss ist, dass jenes Glutin und jener Zucker neben einander aus dem Chondrin entstehen, Zucker aber nicht unter jenen Umständen aus reinem Glutin entsteht, jene beiden Körper also in einer Spaltung des Chondrins ihren Ursprung haben.

Obwohl die Zusammensetzung des Chondrins und des Glutins nur unvollkommen bekannt ist, so lässt sich doch mit dem, was darüber bekannt ist, die Spaltbarkeit des Chondrins in Glutin und in einen stickstofflosen Atomcomplex (Zucker) sehr wohl erkennen. Glutin ist nämlich durch seinen hohen Stickstoffgehalt ausgezeichnet, es enthält 18 % Stickstoff, Chondrin nur 14 %; Chondrin aber enthält mehr Kohlenstoff Procente, als Glutin: unter Annahme des Eintritts der Elemente des Wassers ist das Entstehen eines stickstoffreichern, kohlenstoffärmern Atomcomplexes (Glutin) neben einem stickstofflosen, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthaltenden Atomcomplex aus dem Chondrin leicht denkbar.

Schliesslich mag noch die Bemerkung gestattet sein, dass bei künftigen Untersuchungen über diesen Gegenstand auch zu prüfen sein würde, ob nicht vielleicht sehr lange fortgesetztes Kochen des Chondrins mit Wasser oder Digestion im Papin'schen Topf bei hohem Druck ebenfalls die Spaltung

in Glutin und Zucker bewirken kann; der Versuch ist indicirt, weil auf die glutingebende Substanz und auf das Glutin das anhaltende Kochen mit Wasser ebenso einwirkt, wie die Digestion mit verdünnter Salzsäure, und auch die Eiweisskörper durch sehr lange fortgesetzte Digestion mit verdünnter Salzsäure ebenso gespalten werden, wie durch Kochen mit Wasser.

Zur Frage nach den Harnstoffbestimmungen bei Untersuchungen über den Stoffwechsel.

Von

Th. L. W. Bischoff in München.

Von mehreren Seiten sind in der letzten Zeit Einwürfe und Zweifel gegen die von mir und Prof. Voit in der Schrift: Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, ausgesprochenen Sätze erhoben worden. So hat zuerst Prof. Ludwig in der zweiten Auflage seiner Physiologie Bd. II, p. 676 die Anwendbarkeit unserer sogenannten Controllrechnung angefochten, indem er zeigte, dass die von uns in beiden Rechnungen benutzten Werthe identisch seien. Dieselbe Einsprache erhob auch C. Speck zu Strass-Ebersbach in dem Archiv für Heilkunde 1861, Heft 4, p. 371. Dann folgten sogenannte Untersuchungen über die Absonderung des Harnstoffs und deren Verhältniss zum Stoffwechsel von Carl Vogt in Moleschott's Untersuchungen, Bd. VII, p. 493, welche sich den Anschein gaben, in gerechter Entrüstung über ein unverantwortliches Verfahren sowohl in der Methode unserer Untersuchungen, als in den aus denselben gezogenen Folgerungen die echte und wahre Wissenschaft vertreten zu müssen. Endlich erschien auch der neueste Jahresbericht über die Fortschritte der Physiologie im Jahre 1860 von Prof. Meissner, welcher bei dem Referate über Prof. Voit's neueste Schrift: Ueber die Wirkung des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel, und über Vogt's Schmähschrift ebenfalls Tadel und Zweifel auch über die ältere Schrift äussern zu müssen glaubte.

Die von Ludwig und Speck gemachten Einwürfe sind an und für sich durchaus richtig, treffen aber, wie ich glaube und weiter zeigen werde, kein irgend wesentliches Resultat unserer Untersuchungen.

Dass ich die Angriffe eines Vogt nicht als Gegenstand einer wissenschaftlichen Discussion betrachte, wird man mir nicht verdenken.

Vorzüglich ist es also das Verfahren des Herrn Professor Meissner in seinem Jahresbericht, welches mich veranlasst, in dieser Angelegenheit nochmals das Wort zu ergreifen. Denn wenn Herr Professor Meissner, einer der achtungswerthesten unserer jüngeren Physiologen, nachdem er in seinem Jahresbericht von 1859 über unsere Schrift ausführlich aber fast ohne jede Bemerkung referirt hatte, jetzt antedatirend, den Räsonnements eines Vogt eine ausführliche und beistimmende Würdigung schenkt, selbst ohne den ganz unanständigen Ton dieser sogenannten Untersuchungen auch nur mit einem Worte zurückzuweisen, so kann ich dieses Verfahren des Herrn Professor Meissner nicht Anders würdigen, als dass dasselbe das Anerkenntniss der Wichtigkeit der Sache ist, welche ihn veranlasst auf dieselbe nochmals zurückzukommen, sowie ich daraus entnehme, dass wir in der Voraussetzung geirrt haben, es gäbe bei physiologischen Untersuchungen, speciell hier über den Stoffwechsel, gewisse Gesichtspunkte und Grundsätze, über welche wenigstens alle unterrichteten Fachgenossen einig seien; denen wir slso nicht diejenige Ausführlichkeit und Schärfe gewidmet haben, welche zu einem richtigen Verständniss und Urtheil erforderlich zu sein scheint.

Ich will es also in dem Folgenden unternehmen, diejenigen Sätze unserer Schrift, welche wir als wesentliche in derselben betrachten, die aber unerwarteter Weise Zweifel und Missverständnisse gefunden haben, nochmals zu besprechen.

Da ist denn der erste und wichtigste Satz, um den es sich fortwährend handelt, der:

„Der Harnstoff ist ausschliesslich das Product des Stoffwechsels, d. h. der moleculären Veränderungen der eiweissartigen Blutbestandtheile in den Geweben des thierischen Körpers, er bildet sich nie direct auf Kosten dieser eiweissartigen Bestandtheile des Blutes in den Blutgefässen; es giebt in diesem Sinne keine Luxusconsumtion."

Es ist zuvörderst merkwürdig, dass dieser Satz, welchen Herr Carl Vogt lächerlicher Weise als ein von uns aufgestelltes Dogma behandeln will, auch von Solchen angefochten und angezweifelt wird, welche unbedenklich fortfahren Harnstoff-Bestimmungen zu machen, und daraus irgend welche Schlüsse ziehen, oder über solche Arbeiten referiren. Wie ich mehreremal in den beiden Schriften über den Harnstoff

erörterte, hat es gar keinen Sinn sich mit solchen Harnstoff-Bestimmungen zu beschäftigen, wenn man dem Harnstoff zwei ganz von einander verschiedene Ursprungsquellen zuschreibt, deren Einzelgrössen nicht bestimmt werden können. Es lassen sich ja dann gar keine Schlüsse mehr über die Bedeutung der quantitativen Verschiedenheiten dieser Absonderung ziehen und gewiss ist es dann weit vernünftiger, von allen solchen Untersuchungen abzustehen, als Zeit und Mühe mit ganz nutzlosen Arbeiten zu verschwenden. Freilich wird das wohl zugleich auf jede Einsicht in die Räthsel der Bedeutung und der Veränderungen der Stoffe in den thierischen Körpern Verzicht leisten heissen, und darum erscheint es mir als ein Glück und eine nicht so leicht aufzugebende Position, dass es Beweise für jenen Satz giebt, deren Anerkennung oder Widerlegung man fordern kann.

Beweise in den beobachtenden und experimentirenden Naturwissenschaften sind Thatsachen, welche den logischdenkenden und unterrichteten Verstand bestimmen, Etwas für wahr zu halten. Beweise im Sinne der Mathematik, d. h. Folgerungen, welche aus gewissen Vordersätzen mit absoluter Nothwendigkeit hervorgehen, giebt es in diesen beobachtenden und experimentirenden Naturwissenschaften so gut wie gar keine.

Selbst bei den evidentesten Sätzen der Physik und Chemie, und nun gar der Physiologie, bleibt es für den ungebildeten, ununterrichteten oder böswilligen Zweifler immer möglich, ihre Wahrheit zu bestreiten, und ihnen ad libitum andere Meinungen unterzuschieben, die so blödsinnig sein können wie die, dass sich im thierischen Körper aus Eiweis auch einmal Strychnin erzeugen könne. Die Beurtheilung des Gewichtes der Thatsachen, welche für eine bestimmte Ansicht als Beweise sprechen, ist sehr gewöhnlich ein Kriterium für die Reife und Schärfe des urtheilenden Verstandes. Für den Kenner aller Beziehungen einer Thatsache und ihrer Tragweite ist sie ein unwiderleglicher Beweis; für den Unerfahrenen, Kurzsichtigen, Unwissenden hat sie nicht mehr Werth, als viele andere auch.

Nach diesen Principien beurtheile ich auch das Verlangen nach Beweisen für den Satz, dass der Harnstoff nur ein Product des Stoffwechsels sei. Die Thatsachen, durch welche das gebildete Urtheil die Ueberzeugung gewinnt, dass der Harnstoff kein einfaches Oxydations-Product des Eiweisses im Blute sein könne, sind folgende:

Erstens. Die Erhaltung des Individuums, die Leistung und Arbeit aller seiner Organe ist an die Ernährung und die ununterbrochene Aufnahme der eiweissartigen stickstoffhaltigen

Nahrungs- und Blutbestandtheile gebunden. Bei ihren Leistungen, bei ihrer Arbeit zersetzen sich die Organe und bedürfen der Erneuerung ihres materiellen Bestandes, wenn sie nicht alsbald zu Grunde gehen sollen. Die Naturwissenschaften sind heut zu Tage weit genug, um einzusehen, dass Beides, der materielle Bestand und die Kraftleistung eines Organismus, in dem engsten Zusammenhange stehen. Nicht mehr wie früher ist die Ernährung eine Sache für sich, deren Zweck und Ziel man weiter nicht kannte, als dass sie eben nothwendig sei, und ebenso nimmt man auch nicht mehr die Kraft-Leistungen des Individuums als etwas Einmal Gegebenes hin, von dessen Ursprung und Quelle man eben Nichts weiss und wissen kann. Wir haben die Ueberzeugung gewonnen, dass in diesen Ernährungs-Materien die latente Kraft enthalten sein muss, welche bei aller Arbeit, allen Bewegungsvorgängen, electrischen Strömen, Gedanken, aller Wärmeerzeugung etc. von dem Organismus verbraucht wird, und dass dieselbe hierzu verwendbar wird, indem die Moleküle dieser Materie eine andere Lagerung erfahren. Tausende von Thatsachen haben allmälig zu dieser Erkenntniss geführt, und der von ihnen unterrichtete Verstand sagt sich also, dass diese Ernährungs-Materien, und unter ihnen vor Allem das Eiweiss, für den thierischen Haushalt von der grössten Bedeutung sind.

Zweitens. Ist nun das Eiweiss eine für die thierische Organisation so höchst wichtige Substanz, zu deren Hervorbringung wir einen grosssen Theil des Pflanzenlebens verwendet werden sehen, so ist es für die Naturforscher, nach den Gesetzen des Naturhaushaltes, die er überall zu bewundern findet, sehr unwahrscheinlich, ja unmöglich, dass dieser Körper, ohne diese ihm zukommende Rolle zu spielen, so gut wie ganz unnöthiger Weise in den Thierkörper eingeführt und mit vielem Aufwande von Seiten desselben in Blutalbumin umgewandelt werden solle, blos um vielleicht unter Entwickelung von ein wenig Wärme, für die zahlreiche andere Quellen fliessen, in einen Auswurfstoff verwandelt zu werden. Er hält es für viel wahrscheinlicher, ja für gewiss, dass die Natur sparsamer mit diesen wichtigen Substanzen umgeht und sie erst dann und dadurch zu Auswurfsstoffen umgewandelt werden lässt, wenn sie den wichtigsten Zwecken in dem thierischen Körper gedient haben. Das sind, ruft man, teleologische Ansichten! die Natur ist nicht so geizig! sie giebt überall in Fülle, auch wo sie mit weit Wenigerem ausreichen könnte! Warum sollte sie mit dem Eiweiss so geizen? Wenn es Teleologie ist, dass die Augen zum Sehen, der Mund zur Einfüh-

rung der Nahrung, der Magen zur Verdauung etc. dient, so habe ich Nichts dagegen, wenn man die Ueberzeugung, dass die Natur eine so sparsam von ihr erzeugte und für das thierische Leben so unentbehrliche Materie wie das Eiweiss nicht nutzlos zerstört werden lässt, für eine teleologische hält. Vergebens aber wird man in dem verschwenderischen Reichthum der Natur ein Beispiel suchen, welches dem hier gegebenen anzureihen wäre. Die Natur ist nicht karg in der Gewährung der Mittel zu einem bestimmten Zweck; denn sie sichert den Zweck durch ihren Ueberfluss. Auch mit dem Eiweisse ist sie meiner Ueberzeugung nach nicht geizig und bietet es unter Umständen überreich, um den Zweck zu sichern. Allein immer verwendet die Natur ihren Reichthum eben zu diesem Zweck: niemals sehen wir, dass sie denselben ganz nutzlos und ohne Verbindung mit diesem Zweck, gewissermassen zum Fenster hinauswirft, und dazu noch in leicht gefahrbringender Weise, wie es sein würde, wenn, ganz ohne allen Vortheil für die Ernährung, ein Theil des Blutalbumins in einen Auswurfstoff verwandelt werden würde.

Drittens. Diese Ueberzeugung haben alle Verständigen besonders dann gewonnen, als sie sahen, dass die Ausscheidung von Harnstoff und also die Verwandlung der eiweissartigen Körper- und Blutbestandtheile in Harnstoff auch noch dann erfolgte, wenn der grösste Mangel an Eiweiss vorhanden war. Die Erfahrung, dass der Harnstoff auch noch beim Hunger und bis zum letzten Lebensaugenblick gebildet wird, war für alle verständigen Physiologen beweisend für die Ueberzeugung, dass er ein Product des Stoffwechsels, d. h. hervorgehend aus der Ernährung und Arbeit des Organismus, und nicht ein blosses Oxydationsproduct eines Blutbestandtheiles sei. An die Verwendung des Eiweisses zur Ernährung ist die Fortdauer des Lebens geknüpft. Sein Vorrath im Blut ist gering und nimmt im Hunger immer mehr ab; kann irgend ein Verständiger glauben, dass auch hier noch eine so nothwendige Lebensbedingung ganz nutzlos zerstört werden wird? Für den Wache haltenden Kritiker sind das freilich keine Beweise. Er sagt, warum sollte nicht auch noch im Hunger immer ein Theil des Eiweisses einfach im Blut zerstört werden, ein anderer Theil zur Ernährung dienen? Wo ist der Beweis vom Gegentheil? Allerdings! der Beweis liegt auch hier nur in dem an der Hand von Kenntnissen gebildeten Urtheil. Wer ein solches Urtheil nicht besitzt, bei dem ist Alles möglich; also auch dass im Hunger das Blutalbumin direct in Harnstoff übergeht, wobei nur zu bedenken ist, dass es natürlich für diese Ansicht

auch keinen Beweis, aber auch keine einzige vernünftige Wahrscheinlichkeit giebt.

Indem wir aber sagten: Wir halten es für gewiss, dass im Hunger der Harnstoff ein Product des Stoffwechsels ist, da das Leben an die Umsetzung des Eiweisses in den Geweben gebunden ist, und wir erachten es für unmöglich, dass in diesem Falle diese Lebensbedingung nutzlos im Blute sollte zerstört werden, so sagten wir weiter:

Viertens. Dass unsere Versuche auch bei Fütterung mit eiweissreichen Substanzen, und zwar in jeder Quantität, den Beweis lieferten, dass der Harnstoff auch alsdann nur Product der Umsetzung in den Geweben sei. Denn wir fanden, allerdings anfangs zu unserem Erstaunen, dass auch bei der Fütterung mit Fleisch die im Harnstoff entleerte Stickstoffmenge, bis herauf zu sehr grossen Quantitäten der Nahrung, wo endlich Gleichgewicht und dann Zunahme stattfindet, immer grösser war, als die in der Nahrung gegebene Stickstoffmenge. Ist es nicht im allerhöchsten Grade unwahrscheinlich, dass während nach der Voraussetzung der Luxus-Consumtion des Eiweisses im Blut eine grosse Menge desselben zur blossen nutzlosen Zerstörung vorhanden ist, dennoch der Körper noch von seinen eigenen stickstoffhaltigen Gebilden hergiebt und verliert, gerade wie im Hunger? Kann irgend ein verständiger Beurtheiler und Kenner organischer Vorgänge es für möglich halten, dass während im Blute eine Menge von Eiweiss nutzlos zerstört wird, zugleich auch die Umsetzung in den Geweben so gross ist, dass diese einen fortgesetzten Verlust erleiden? Wir betrachten die Ungereimtheit einer solchen Vorstellung als einen Beweis, dass die Umsetzung des Eiweisses und seine endliche Ueberführung in Harnstoff anderen Bedingungen unterworfen sein muss, als den einfachen im Blut gegebenen Oxydationsbedingungen. Allein es ist begreiflicher Weise nicht zu ändern, dass es Personen giebt, welche es nichts desto weniger für möglich halten, dass auch in diesem Falle, während die gegebenen Verhältnisse eine Zersetzung und einen Verlust der stickstoffhaltigen Gewebe des Körpers bedingen, doch zugleich auch noch in dem Blute Eiweiss zersetzt wird, ohne zum Ersatz für diesen Verlust verwendet zu werden. Beweisen können sie diese Meinung freilich auch nicht; allein wer kann sie zwingen dieselbe für ungereimt zu erachten?

Ebenso verhält es sich fünftens mit den von uns der Chemie entlehnten Beweisgründen gegen die Luxus-Consumtion.

Wir sagen: Die Chemie kennt bis jetzt trotz ihrer allseitigen Fortschritte auf diesem Gebiete, trotz der zum öftersten angestellten Bemühungen, kein Mittel, das Eiweiss ausserhalb des Körpers durch irgend welche Oxydationsmittel in Harnstoff umzuwandeln. Wir berücksichtigen nun die Verhältnisse, in denen sich das Eiweiss im Blute befindet, und sehen dort trotz feiner Vertheilung, Gegenwart von Sauerstoff, alkalischer Reaction etc. keine Bedingungen, welche günstiger auf die Umwandlung des Eiweisses wirken könnten, als sie uns ausserhalb des Körpers zu Gebote stehen. Wir sagen also, diese Bedingungen sind nicht hinreichend zur Oxydation des Eiweisses, es müssen noch andere ausserhalb des Blutes jenseits der Gefässgrenze liegen, und ohne diese Bedingungen bis jetzt im Detail definiren zu können, halten wir diesen, an der Hand alles Dessen, was wir wissen, gezogenen Schluss für beweiskräftig. Wie ganz anders ist es nicht in dieser Hinsicht mit den stickstofffreien Nahrungsstoffen, dem Stärkemehl, Zucker und Fett, die wir ausserhalb des Körpers eben so leicht in ihre Umsetzungsproducte und endlich in Kohlensäure und Wasser verwandeln können, wie dieses auch mit ihnen im thierischen Körper durch uns ganz bekannte Oxydations-Einflüsse erfolgt. Ist es nicht thöricht, dagegen Alles Das, was wir noch nicht wissen, für gewichtiger zu halten und zu sagen: wer kann wissen, was für Bedingungen der Umwandlung des Eiweisses in Harnstoff auch im Blut sich finden? Ihr könnt nicht beweisen, dass es nicht geschieht, folglich steht es uns frei zu glauben, dass es geschieht!?

Ganz in ähnlicher Weise finden wir es sechstens im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass sich derselbe Körper, der Harnstoff, in demselben Organismus auf zwei ganz verschiedene Weisen, d. h. unter ganz verschiedenen Bedingungen bilden soll. Dass er das eine Mal bei dem Durchgange des Blutalbumins durch die Gewebe des Körpers, bei der Ernährung gebildet wird, ist ganz gewiss, und wird von Niemanden bezweifelt. Es ist möglich, ja wohl gewiss, dass die Veränderungen, welche das Eiweiss dabei in den verschiedenen Geweben des Körpers erfährt, sehr verschiedenartig sind und schliesslich doch alle in der Harnstoffbildung ihr Ende finden. Allein dass sich das andere Mal, mit Umgehung aller dieser durch die Wechselwirkung mit den verschiedenen Geweben bedungenen Einflüsse, nur allein in dem Blute ebenfalls die Bedingungen zu derselben Umwandlung des Eiweisses in denselben Harnstoff finden sollten, erscheint uns äusserst unwahrscheinlich.

Wir sagen weiter siebentens: Wären die Bedingungen zur Umwandelung des Eiweisses in Harnstoff direct schon im Blute gegeben, so ist gar nicht einzusehen, wie nicht alles Eiweiss diese Zerstörung erfahren und so eine Ernährung unmöglich werden sollte. Denn diese Bedingungen, so weit sie sich irgendwie übersehen lassen: Gegenwart von Sauerstoff, alkalische Beschaffenheit des Blutes, feine Vertheilung, sind in unbeschränktem Maasse vorhanden, um, wenn überhaupt, jede Quantität Eiweiss in Harnstoff zu verwandeln. Würde man aber sagen: Nein sie sind nicht in dem Maasse vorhanden, um alles Eiweiss in Harnstoff umzuwandeln, sondern ein Theil entgeht ihnen und dringt in die Gewebe zu deren Ernährung, so werden doch ganz gewiss diese im Blut vorausgesetzten Bedingungen um so energischer wirken, je weniger Eiweiss vorhanden ist; findet sich aber sehr viel Eiweiss im Blute, so würde ihre Wirkung geringer sein, ganz nach dem gegebenen Massenverhältniss. Die Luxus-Consumtion würde also im Hunger am grössten sein, und bei steigendem Nahrungsüberfluss immer geringer werden. Kann es etwas Widersinnigeres geben, als eine Annahme, die in ihren Consequenzen gerade zu dem Gegentheil von dem führt, was sie als wahrscheinlich vertheidigt?

Schon in meiner ersten Schrift über den Harnstoff habe ich endlich darauf aufmerksam gemacht, dass bei dem Pflanzenfresser, der im Naturzustande darauf angewiesen ist, den ganzen Tag zu fressen, und nicht mehr thun kann als das, es ganz unmöglich ist, von einer Luxus-Consumtion zu sprechen. Pflanzenfresser und Fleischfresser besitzen aber nach Allem, was wir wissen, keine so tiefgreifende Verschiedenheit in ihrer Organisation, nach welcher man bei beiden in einem so wichtigen Vorgange als in der Verwendung des Eiweisses der Nahrung und seiner endlichen Umwandlung in einen Auswurfsstoff eine so grosse Verschiedenheit annehmen könnte, als sie die Annahme der Luxus-Consumtion bei dem Fleischfresser voraussetzt.

Dieses sind die Gründe, aus welchen wir die Ueberzeugung gewonnen, dass der Harnstoff immer nur ein Product der Umsetzung der stickstoffhaltigen Körper- und Blutbestandtheile in den Geweben des Körpers bei der Ernährung und niemals ein blosses Oxydationsproduct des Eiweisses im Blutgefässsystem ist. Wir halten diese Gründe, wie gesagt, für Beweise im Sinne der experimentirenden Naturwissenschaften, ohne es hindern zu können, dass ein oberflächliches, ununterrichtetes oder böswilliges Urtheil sie nicht anerkennen will.

Zum Glück hat ein solches aber in der Wissenschaft noch nie auf die Dauer einen Einfluss ausgeübt.

Der zweite Punkt, um den es sich handelt, ist der: „Wird aller umgesetzte Stickstoff, ausser dem mit dem Koth ausgeschiedenen, in der Form des Harnstoffs ausgeschieden, oder giebt es noch andere berücksichtigenswerthe Stickstoffausscheidungen, die nicht vernachlässigt werden dürfen?"

Bekanntlich hatten meine ersten Untersuchungen ein ansehnliches Deficit des Stickstoffs im Harnstoff ergeben, womit zahlreiche nachfolgende Untersuchungen übereinstimmten, im Gegensatze aber mit den Beobachtungen Schmidt's. Ich hatte damals sogleich darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Umstand allen Harnstoff-Untersuchungen ein sehr bedenkliches Hinderniss in den Weg lege, wenn es nicht gelänge, über dieses Deficit einen zuverlässigen Aufschluss zu erlangen. In der That liegt es auch hier auf der Hand, dass alle Harnstoff-Untersuchungen zweck- und nutzlos sind, wenn es in dem thierischen und menschlichen Körper noch andere Stickstoffausscheidungen von Bedeutung giebt, ausser dem Harnstoff, welche sich nicht mit gleicher Sicherheit und Leichtigkeit quantitativ bestimmen lassen. Es würde das, wie Prof. Voit in seiner Schrift ebenfalls bemerkt hat, von zwei Abflussröhren eines Brunnens den Ausfluss der einen genau messen heissen, während der andere unbeachtet davon liefe, und dennoch aus dem Resultat einen Schluss auf die Gesammtmenge des abfliessenden Wassers begründen wollen. Ich für meine Person wäre sicher nie wieder auf die Harnstoffbestimmungen zurückgekommen, wenn sich jene ersten Resultate als richtig erwiesen hätten, und kann auch hier nur meine Verwunderung aussprechen, dass Diejenigen, welche gegen die aus unseren Harnstoffbestimmungen gezogenen Resultate Einwürfe erhoben, weil es noch andere beachtenswerthe Stickstoffausscheidungen gäbe, doch noch unverdrossen fortfahren, solche Harnstoff-Bestimmungen zu machen oder über deren Resultate zu referiren und zu kritisiren, anstatt sie mit einem Worte für völlig werthlos zu erklären.

Aus diesem Grunde wurden denn die früheren Untersuchungen hier aufs Neue wieder vorgenommen, und da zeigte es sich denn, dass die früheren Resultate theils wegen eines irrigen Calküls, theils wegen individueller Körperbeschaffenheit des damals benutzten Hundes, keine allgemeine Richtigkeit besassen. Es zeigte sich seitdem ganz constant, dass, wenn sich die Hunde in ihrem Körper mit der ihnen gebotenen Nahrung ins Gleichgewicht gesetzt hatten, d. h. wenn sie

entweder von ihren stickstoffhaltigen Körpertheilen so viel abgegeben hatten, dass der Rest seinen vollkommenen Ersatz durch die Nahrung fand (bis zu welchem Punkte mehr Stickstoff im Harnstoff ausgeschieden wird, als in der Nahrung gegeben wurde), oder wenn sie so viel angesetzt hatten, bis derselbe Zustand eintrat (bis zu welchem Punkte sich ein Deficit in dem N des Harnstoffs fand), dass alsdann mit Hinzurechnung des N im Kothe fast genau so viel Stickstoff im Harnstoff ausgeschieden, als in der Nahrung aufgenommen worden war.

Wir machen uns anheischig jeden gesunden, kräftigen Hund sehr bald durch die geeignete Fütterung in den Zustand zu versetzen, in welchem sich das N der Nahrung nahezu vollständig in dem des Harnstoffs und des Kothes wiederfindet. Wie demnächst zu publicirende Versuche bei dem Menschen von Dr. Ranke jun. zeigen werden, verhält es sich aber bei dem Menschen geradeso, obwohl die Verhältnisse hier wegen der Schwierigkeit der längeren Durchführung der gleichartigen Diät auch schwieriger und nur mit grosser Aufopferung zu reguliren sind.

Dieses ist eine Thatsache, von der sich durch Räsonnement nichts abziehen und zu der sich nichts zusetzen lässt. Sie wird von Jedem, der wie wir verfährt, bestätigt werden und zeigt also direct, dass aller umgesetzte Stickstoff der Nahrung, ausser dem im Koth ausgeschiedenen, als Harnstoff aus dem Körper austritt.

Dasselbe wird aber auch indirect erwiesen, wenn man mit nur einiger specieller Kenntniss die quantitativen Verhältnisse aller anderen etwaigen Stickstoffausgaben ins Auge fasst.

Betrachten wir also zu diesem Zweck zunächst den Harn selbst. Schon bei meiner ersten Untersuchung hatte Herr Prof. v. Liebig den Hundeharn auf andere stickstoffhaltige Bestandtheile untersucht. Er fand in demselben keine Harnsäure; dagegen nach anhaltender starker Fleischfütterung reichlich Kreatinin, etwa in 1000 Harn 0,3 Kreatinin; dasselbe fand auch Loebe; in dem Verhältniss zum Harnstoff wie 1:0,006. Hippursäure enthält der Hundeharn nicht, und die von Liebig entdeckte Kynurensäure nur in so kleinen Quantitäten, dass von einer Bedeutung ihres Stickstoffgehaltes keine Rede sein kann. Rechnen wir also bei 2000 Grm. Fleisch 1500 Grm. Harn und 150 Grm. Harnstoff in 24 Stunden bei unserem Hunde, so schied er nach Liebig 0,45, nach Loebe 0,90 Grm. Kreatinin, gleich 0,3 — 0,6 Grm. N aus. Prof. Voit unternahm alsdann fünfzehn directe Analysen

des Hundeharns und fand als Mittel 0,65 Grm. N täglich im Hundeharn bei starker Fleischfütterung mehr, als aus dem Harnstoff gerechnet wurde.

Kaum von irgend einer Bedeutung Anders verhält es sich bei dem Menschenharn. Betrachten wir zunächst dessen Einzelbestandtheile. Aus älteren und neueren Untersuchungen ist es bekannt, dass der Harn gesunder Menschen in 24 Stunden allerhöchstens 2 Grm. Harnsäure enthält. Lehmann fand bei Fleischkost 1,478 Grm. Dr. Ranke sen. im Mittel 0,648 Grm; nach den neuesten Untersuchungen von Boedeker 0,3 — 1,4 Grm. Rechnen wir also im Mittel selbst 1 Grm., so enthält der Harn in der Harnsäure 0,33 Grm. N. Hippursäure enthält der Harn nach Liebig etwa eben so viel als Harnsäure; nach Wreden etwas mehr, gegen 3 Grm., nach Boedeker 1 — 2 Grm. gleich etwa 0,2 Grm. N in 24 Stunden. Kreatinin erhielt Loebe im Mittel 0,43—0,77 Grm. in 24 Stunden; Neubauer 0,5 Grm. Schottin erhielt nur bei fast rein animalischer Kost aus dem Harn von 30 Stunden 0,086 Grm. Kreatinin. Wir rechnen also auf 24 Stunden 0,5 Grm. = 0,26 N. Nach Heintz sollten 1000 Th. Harn 2,16 — 2,19 Ammoniak enthalten, nach Neubauer in 24 Stunden 0,31 — 1,43 Grm. entleert werden. Dagegen konnte Bamberger keine Spur von Ammoniakreaction erhalten und leitet das gefundene Ammoniak aus der Luft ab. Ebenso Prof. Voit. — Der N des Farbestoffs lässt sich nicht bestimmen.

Es ergiebt sich also als Resultat:

Im Menschenharn werden in 24 Stunden

in der Harnsäure	0,33
in der Hippursäure	0,20
im Kreatinin	0,26
Zusammen	0,79 Grm. N ausgeschieden.

Hiermit stimmen zahlreiche und sehr genaue directe Bestimmungen des N-Gehaltes des Menschenharns durch Verbrennung überein, welche Herr Prof. Voit und Dr. Ranke jun. neuerdings vorgenommen haben und welche noch nicht 0,1% Unterschied von dem aus dem Harnstoff gerechneten ergaben.

Es ist also erwiesen, dass in dem Harn, abgesehen von dem Harnstoffe, keine Stickstoffmengen entleert werden, die für Fragen und Untersuchungen, wie sie hier vorlagen, von irgend einer Bedeutung wären. Aber da wird dem Unkundigen von Harnsäure, Hippursäure, Kreatinin, Ammoniak, Farbstoff etc. vorgeredet, lauter stickstoffhaltigen Verbindungen,

bis dass er am Ende glaubt, es sei doch etwas dahinter, und Vernachlässigung solcher Grössen müsste zu falschen Resultaten führen, während es sich um Minimalgrössen handelt, die bei den gestellten Fragen und gezogenen Schlüssen gar nicht in Betracht kommen.

Allein wie verhält es sich mit dem Athemprocess? Nachdem man über das Verhalten des Stickgases bei dem Athemprocess lange die verschiedensten Angaben gemacht, und noch zuletzt Valentin und Brunner eine völlige Neutralität desselben gefunden haben wollten, gaben Regnault und Reiset für die Regel eine geringe Exhalation von N an und zwar im Mittel etwa $^{1}/_{100}$ des verbrauchten O. Doch waren die Schwankungen sehr gross, z. B. beim Hunde zwischen 0,0004 und 0,0174 und beim Hunger sollte sich sogar eine N-Absorption gezeigt haben. Auch Marchand wollte bei Hunden und Vögeln eine Stickstoffexhalation beobachtet haben, deren Grösse indessen ebenfalls sehr schwankend war. Beide Versuchsreihen wurden in abgeschlossenen Behältern angestellt, in welchen die gebildete Kohlensäure fortwährend absorbirt und neues Sauerstoffgas zugeführt wurde. Man glaubte hier sicher sein zu können, zuletzt in dem Behälter die concentrirten Producte des Athemprocesses finden und bestimmen zu können. Das ist auch in der That der Fall; allein man hat dabei übersehen, dass man zugleich auch die concentrirten Fehler mit bestimmte. Alle Chemiker aber sagen uns, dass es unmöglich sei, ganz reinen Sauerstoff ohne Beimischung kleiner Quantitäten atmosphärischen Stickgases darzustellen. Wenn nun Hunderte von Littern solchen Sauerstoffgases 24 Stunden in den Athembehälter eingeleitet und verbraucht waren, so ist es nicht zu verwundern, dass zuletzt man auch das beigemischte und eingeleitete Stickgas in demselben fand. Der benutzte Apparat war ferner ein Saugapparat, durch welchen das Sauerstoffgas in den das Thier enthaltenden Behälter eingesogen wurde. Die Erfahrungen, welche wir hier in letzter Zeit über solche Saugapparate gemacht haben, haben gelehrt, dass es durchaus unmöglich ist, dieselben absolut dicht zu machen und zu erhalten. An allen Zusammenfügungsstellen geht immer etwas atmosphärische Luft hinein. Endlich ist auch nicht zu vergessen, dass die Stickstoffbestimmung in diesen Versuchen von Regnault und Reiset nur eine indirecte war, daher alle Fehler als Stickstoff erscheinen. Wahrscheinlich rühren die grossen gefundenen Differenzen von diesen Ursachen her, die bald mehr, bald weniger wirksam wurden. Auf die Angaben von Boussaingault, der bei

Tauben eine Exhalation von Stickgas bis zu $^1/_3$ des N der Nahrung annahm, sowie von Barral, der auch beim Menschen $^1/_3$ bis $^1/_2$ des N der Nahrung durch die Perspiration ausgeschieden werden liess, ist kein Gewicht zu legen, da beide Bestimmungen nur indirect waren, d. h. das von ihnen im Harn und Koth gefundene Deficit einfach den Lungen zugeschoben wurde. Kürzlich von Herrn Prof. Voit unternommene Versuche haben ausserdem die Resultate Boussaingault's durchaus nicht bestätigt, indem derselbe den N der Nahrung in den Excrementen einer Taube vollständig wieder austreten sah.

Diese Kritik der bisherigen Experimental-Ergebnisse ist um so begründeter, da sich gar nicht absehen lässt, in welcher Form und in welcher Weise das Stickgas in dem Stoffwechsel in das Blut gelangen soll.

Das Blut enthält allerdings Stickgas absorbirt; allein es ist kaum denkbar, dass dieses irgend wo anders her als aus der atmosphärischen Luft rühren soll, da sich keine Vorgänge bei dem Stoffwechsel vernünftiger Weise denken lassen, bei welchen reines Stickgas frei werden sollte. — Neuerdings will allerdings Richardson in der Exspirationsluft Ammoniak und Wiederhold selbst harnsaures Ammoniak gefunden haben. Ausserdem, dass diese Angaben bei dem constatirten Ammoniakgehalt der atmosphärischen Luft sehr unsicher sind, sind auch die quantitativen Verhältnisse hier von gar keinem Belang.

Wir behaupten also, dass ein irgend beachtenswerther N-Verlust durch den Athemprocess nicht stattfindet.

Dass auf der Haut sowohl der Thiere als des Menschen eine Stickstoffabgabe stattfindet, ist bei dem Epithelial- und Haarwechsel gar keine Frage. Allein mit Ausnahme der Zeit des Härens dürfte bei Thieren dieser Verlust um so geringer anzuschlagen sein, da dieselben sich bekanntlich meistens lecken und die abgeleckten Haare und Epidermisschuppen daher in den Magen und Koth gelangen, wo sie zur Berechnung kommen. — Bei dem Menschen schlägt Funke die Epidermoidal-Abschuppung auf 6 Grm. trockner Substanz in 24 Stunden an. Ich halte diese Annahme für viel zu gross und für eine Folge einer nicht ausführbaren Rechnung. Ich habe 6 Grm. trockner Epidermis abgewogen, und wer diese Menge sieht, wird schwerlich glauben können, dass ein gesunder Mensch sich so stark täglich abschuppen wird. Immerhin würden diese 6 Grm. Epithelien nach Funke's eigener Bestimmung zu 11,9 % N nur 0,71 Grm. N liefern.

Was die dunstförmige und tropfbare Absonderung auf der Haut betrifft, so dürften beide zunächst bei dem Hunde, trotz seines Gestankes, ihrer Quantität und ihrem Stickstoffgehalt nach kaum irgendwie in Betracht kommen. Aus den soeben bekannt gemachten Versuchen von Edenhuizen*) über Unterdrückung der Hautperspiration bei Thieren durch einen inpermeablen Ueberzug wird zwar auf eine geringe Stickstoff-Exhalation auf der Haut geschlossen; allein ausserdem, dass dieser Schluss keineswegs hinreichend gesichert erscheint, fehlten bei dem Hunde selbst die für denselben sprechenden Erscheinungen, und auch bei den übrigen Thieren traten dieselben keineswegs in solchen quantitativen Verhältnissen auf, dass auf diese Stickstoffabgabe bei unseren bisherigen Betrachtungen und Rechnungen über den Stickstoffumsatz irgend wie Rücksicht genommen zu werden brauchte.

Bei dem Menschen nehmen freilich dunstförmige und tropfbare Hautperspiration solche quantitative Verhältnisse an, dass ein irgendwie grösserer Gehalt derselben an einer stickstoffhaltigen Substanz wahrscheinlich nicht vernachlässigt werden dürfte. Landerer, Farre, Picard, Wolff und besonders Funke wollen Harnstoff in dem Schweiss gefunden haben; Schottin und Prof. Voit haben normalen Schweiss vergeblich danach untersucht. Allein wenn wir auch den bejahenden Untersuchungen mehr Gewicht beilegen, so haben dieselben doch von allen anderen Beobachtern, mit Ausnahme Funke's, so geringe quantitative Resultate gegeben, dass wir auch von ihnen unbedenklich absehen könnten. Funke allerdings kommt zu Zahlen, die, wenn sie statthaft wären, in keiner Weise übersehen werden dürften, denn er schlägt die Menge des von ihm nach zwei Beobachtungen in 24 Stunden auf der Haut abgesonderten Harnstoffs auf 10,272 und 15,144 Grm. an**). Allein fürs Erste werden wohl selbst noch seine Angaben über den Procentgehalt des Schweisses an Harnstoff als individuell erachtet werden dürfen, da sie so sehr von allen anderen abweichen. Für ganz unstatthaft aber erachte ich die Berechnungen Funke's über die quantitativen Verhältnisse der Schweissabsonderung. Er experimentirte nur allein mit dem Vorderarm und rechnete dann von dessen Oberfläche auf die Gesammtoberfläche des Körpers. Schon dieses Verfahren ist sicher bei der sehr ungleichen Vertheilung der Schweissdrüsen auf den verschiedenen Körpergegenden nicht gerecht-

*) Nachrichten d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1861. N. 17. p. 288.
**) Physiologie I. p. 534.

fertigt. Noch weniger statthaft ist indessen gewiss Funke's Verfahren in Beziehung auf die Zeit. Seine Versuche dauerten $^1/_2$—2 Stunden, und von dieser kurzen Zeit rechnete er auf 24 Stunden. Es liegt auf der Hand, dass dieses unmöglich ist, da ein solches ununterbrochenes Schwitzen 24 Stunden lang nie vorkommt. Selbst innerhalb der kurzen Beobachtungszeit bemerkte Funke, dass die Absonderung zuletzt nachliess und nur durch Trinken wieder angeregt werden konnte; gewiss nicht weil der Raum innerhalb des Kautschukschlauches mit Dämpfen überladen war, denn das trat sicher viel früher ein, und darauf hätte das Trinken keinen Einfluss ausüben können, sondern weil der zur Hautperspiration verwendbare Wassergehalt des Blutes erschöpft war. Daher rühren denn die ganz abnormen und unglaublichen Zahlen, die Funke als Minimum und Maximum der Hautabsonderung annimmt, 1800 und 19000 Grm. Flüssigkeit. Abgesehen von allen anderen Excretionen durch Nieren, Lungen und Darm würden dazu $3^1/_2$ bis 40 Pfund Flüssigkeit aufgenommen werden müssen, um den Verlust zu ersetzen. Bedenken wir nun ausserdem, dass wir im gewöhnlichen Leben meistens gar nicht schwitzen, so wird es durchaus unwahrscheinlich, dass der Haut eine so wichtige Function, wie die der Abscheidung des umgesetzten Stickstoffs in dem Grade übergeben sein sollte, wie es nach den Funke'schen Zahlen scheinen könnte. In einem Versuch, welchen Herr Dr. Ranke jun. zu diesem Zwecke eigends anstellte, zeigte es sich denn auch, dass bei gleich gebliebener Diät die Harnstoffausscheidung durch die Nieren ganz dieselbe blieb, obgleich er an einem Tage in einem russischen Bade eine sehr profuse Schweissabsonderung hervorrief.

Ich komme daher zu dem Schluss, dass auch auf der Haut der Stickstoffverlust ein so geringer ist, dass er bei Untersuchungen über den Stoffwechsel, wie wir sie bisher unternommen haben, gar keine Beachtung erfordert.

Wenn wir daher Alles hoch in Anschlag bringen, so handelt es sich höchstens um 2—3 Grm. Stickstoff in 24 Stunden, welche ausser im Harnstoff und Koth, und zwar auch diese gewiss nur beim Menschen und nicht beim Hunde, in anderer Form in 24 Stunden ausgeschieden werden. Keiner der aus unseren Versuchen gezogenen Schlüsse wird eine Abänderung erfahren, wenn eine solche Differenz von 2—3 Grm. N in die Rechnung eingeführt wird. Wir haben uns wohl gehütet uns auf solche Details des Stoffwechsels einzulassen, bei denen es auf Differenzen von solcher geringen Grösse ankäme.

Unerwarteter Weise hat ferner drittens sogar die

Annahme, dass bei der Bildung des Harnstoffs ganz vorzüglich die Muskeln des Körpers betheiligt seien, Anstand erregt, ja Meissner sagt (p. 382): „Es ist nicht bewiesen, dass irgend ein Antheil des vom Körper entleerten Harnstoffs aus den Muskeln des Körpers stammt.“

Auch hier dürfte jeder Unbefangene in dem Worte „bewiesen“ wieder eine haarspaltende Forderung erkennen, die in der Physiologie nicht befriedigt werden kann, während das verständige Urtheil nicht daran zweifeln kann, dass in den Muskeln der vorzüglichste Stickstoffumsatz vor sich gehen wird und muss. Ich will nicht daran erinnern, das Harnsäure und Harnstoff in den Muskeln, wenn gleich in pathologischen Zuständen, nachgewiesen worden sind. Man wird darauf antworten, sie seien hier abgelagert worden, obgleich weder das Eine noch das Andere bewiesen werden kann. Allein den Satz wird man denn doch wohl als einen unbezweifelbaren hinstellen dürfen, dass sich die quantitativen Verhältnisse des Umsatzes der eiweissartigen Blutbestandtheile, zumal bei einem gleichmässigen Thätigkeits- oder vielmehr Ruhezustande nach der Masse der Organe und ihrem Blutreichthum richten wird.

Nach den Angaben von Falk und Scheffer*) betrug die trockene Muskelmasse eines Hundes von 3178,72 Grm. Körpergewicht, 314,29 Grm. Alle übrigen Körperbestandtheile zusammengenommen, nach Abzug der unorganischen Bestandtheile der Knochen (zu 70 % gerechnet) und des Fettes im Netz, 789,64 Grm.; die Muskeln also beinahe die Hälfte aller übrigen stickstoffhaltigen Körpertheile. Ebenso betrug nach Schmidt**) das Gewicht der trocknen Muskelmasse eines Katers von 1505 Grm. Körpergewicht 161,99 Grm.; das aller übrigen Körperbestandtheile mit Ausnahme der Knochensalze und des Fettes des Mesenteriums 365,07 Grm., also ebenfalls die Muskeln beinahe die Hälfte.

In Betreff des Menschen besitzen wir bis jetzt leider keine so genaue Untersuchungen und Angaben der Gewichtsverhältnisse aller einzelnen Körpertheile, namentlich im trocknen Zustande. Eduard Weber***) bestimmte das Gewicht sämmtlicher Muskeln bei vier wahrscheinlich männlichen und ausgewachsenen Leichen im Mittel zu 47 Pfund. Das gesammte Körpergewicht ist nicht angegeben und dasselbe ist

*) Arch. f. phys. Heilk. XIII. p. 508.

**) Schmidt und Bidder, die Verdauungssäfte p. 329.

***) Berichte der Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig 1849. p. 79.

leider nicht mehr zu beschaffen; allein wir werden schwerlich fehlgehen, wenn wir auch hier die Muskelmasse für mehr als $^1/_3$ aller übrigen Körperbestandtheile, und nach Abzug der Knochensalze und des Fettes, für die Hälfte erklären. Bei einem ganz gesunden und kräftigen jungen Menschen von 16 Jahren, der sich erhängte, 35547 Grm. wog und den ich in Giessen untersuchte, betrug das Gewicht der Muskeln 15719 Grm.; nach Abzug der Knochensalze und des Fettes also sicher weit mehr, als die Hälfte aller übrigen Nhaltigen Körpertheile. — Ein vor Kurzem dahier hingerichteter Verbrecher von 26 Jahren und einer Körperlänge von 168 Ctm., wog unter Hinzurechnung des bei der Hinrichtung verlorenen Blutes 69668 Grm. Nach Abzug der Knochensalze und des Fettes wogen alle Nhaltigen Körpertheile zusammen 50730 Grm., die sämmtlichen Muskeln gegen 29000 Grm., also über die Hälfte, wobei das Herz, die Zunge und die Muskelhäute der Speiseröhre, des Magens, Darms, Harnblase etc. nicht gerechnet sind.

Mit Ausnahme des Knorpel ist der Stickstoffgehalt der Muskeln nicht geringer, als der aller übrigen Nhaltigen Körpertheile; dagegen sind die Muskeln von allen Organen, deren Blutreichthum sich nicht auf eine Secretion bezieht, die blut- und gefässreichsten, so dass wir den lebhaftesten Stoffwechsel in ihnen voraussetzen können. Wir wissen, dass, mit Ausnahme des Fettes, keine Körpertheile in ihrer Masse so abhängig von der Ernährung sind als die Muskeln. Abmagerung und kräftige Ernährung reflectiren sich vorzüglich in den Muskeln. Harting und Hepp haben gezeigt, dass eine Zunahme und Abnahme eines ganzen Muskels durch Veränderungen in den Durchmessern aller seiner Faserbündel bedingt ist, und die Beobachtungen von Budge*) und Weismann**) lehren, dass selbst die Zahl der Muskelfasern zu-, also auch wohl abnehmen kann.

Nach allem Diesem dürfte jeder Unbefangene und Unterrichtete es für hinreichend gerechtfertigt halten, wenn man bei Untersuchungen über den Stoffwechsel in stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen die Muskeln vorzugsweise ins Auge fasst und ihre Zusammensetzung zur Grundlage der Rechnung benutzt. Es findet hier nicht nur der Grundsatz a potiori seine Berechtigung, sondern auch die chemische Zusammensetzung der übrigen stickstoffhaltigen Körperbestandtheile ist

---

*) Moleschott's Untersuchung VI. p. 40.

**) Diese Zeitschr. X. p. 263.

von der der Muskeln nicht so verschieden, dass bei Untersuchungen, die sich nicht weiter einzudringen anmassen, wie die unsrigen, gewiss kein beachtenswerther Fehler begangen wird. Es wird endlich auch gerechtfertigt sein, die Haarspalter aufzufordern, die Mittel zur Erforschung und Unterscheidung des Stoffwechsels in den verschiedenen stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen aufzufinden, während wir bei der Erklärung, hierzu vorläufig keine Aussicht zu sehen, desshalb nicht auf alle Untersuchungen über den Stoffwechsel zu verzichten Lust haben.

Herr Prof. Meissner hat dem Zweifel, ob der Harnstoff das Umsatz-Product des Muskels sei, noch die besondere Wendung gegeben, dass er es in Beziehung auf die Untersuchungen des Herrn Prof. Voit für möglich hält, dass bei starker körperlicher Bewegung andere Umsatzprodukte, Kreatin etc. in grösserer Menge in den Harn übergehen. Indem ich es übrigens Herrn Prof. Voit überlasse, die gegen seine Arbeit erhobenen Bedenken zu beleuchten, kann ich doch nicht umhin, zu bemerken, wie wenig gerechtfertigt solche Einwürfe sind. Dass bei gesteigerter Arbeit die Oxydations-Vorgänge intensiver erfolgen, als in der Ruhe, dürfte ein durch alle Erfahrungen allgemein bekannter Satz sein. Ausserdem halte ich aber auch derartige Einwürfe für überhaupt unstatthaft. Wir haben Thatsachen mitgetheilt, und auf sie unsere Ansichten gebaut. Es ist gewiss nicht gerechtfertigt, Thatsachen zu fingiren, um diese Ansichten zu bekämpfen.

Ein vierter Vorwurf, der unseren Untersuchungen gemacht worden ist, ist der: Wir hätten die einzelnen Versuchsreihen nicht lange genug fortgesetzt, um sowohl die Wirkung vorausgegangener Verhältnisse aufzuheben, als auch die der in dem speciellen Versuch beabsichtigten beurtheilen zu können.

In diesem Einwurf sehe ich sich nur die vorgefassten Ansichten wiederholen, welche ich selbst während meiner ersten Arbeit lange gehegt und festgehalten habe, dass nämlich der Zeitraum von 24 Stunden nicht genügend sei, um die Wirkung einer bestimmten Ernährungsweise richtig kennen lernen zu können; dass noch unverdaute Nahrungsreste in dem Darme für den folgenden Tag zurückgeblieben sein könnten; dass die Wirkung der Nahrung auch noch über 24 Stunden hinaus sich erstrecken könne; dass, um namentlich den von einer bestimmten Nahrung herrührenden Koth richtig berechnen zu können, man die Ausscheidung desselben abwarten müsse; dass endlich Harn in der Harnblase zurückgehalten werden könne, der erst am folgenden Tage zum Vorschein käme etc.

Auf Alles dieses habe ich zu antworten: Erstens, dass bei meinen ersten Untersuchungen aus diesen Gründen fast immer die einzelnen Reihen acht und mehr Tage fortgesetzt wurden, ohne dass sich Beweise für die gefürchteten Missstände ergaben, oder dieselben vermieden werden konnten. Zweitens: dass auch bei unserer zweiten Untersuchung sehr viele Versuchsreihen 6—8, 10 Tage und noch länger fortgesetzt und überhaupt in solcher Zahl angestellt wurden, dass ich wahrhaftig jeden Vorwurf eher erwartet hätte als den, dass wir nicht zahlreiche und lange genug fortgesetzte Versuche gemacht hätten. Drittens: Dass wir uns eben immer mehr und mehr überzeugten, dass die Befürchtung, die Wirkung einer bestimmten Nahrung setze sich, ausser dem durch sie gesetzten Körperzustand, noch über 24 Stunden hinaus fort, durchaus unbegründet ist. Wir fanden, dass wenn ein Hund nur einmal in 24 Stunden gefüttert wird, er auch die grössten Quantitäten stickstoffhaftiger Nahrung in 24 Stunden verdaut hat, und sich keine resorbirbaren Bestandtheile derselben im Darme mehr finden. Wir fanden, dass wenn einmal der Gleichgewichtszustand zwischen der Körpermasse des Thieres und der gefütterten Nahrung eingetreten war, der Stickstoff derselben immer in 24 Stunden vollständig im Harnstoff erschien. Wir fanden oft, dass wenn dieses scheinbar nicht erfolgte, dann aus irgend einem Umstande der Harn nicht ganz entleert worden war, und sodann das Deficit des vorausgegangenen Tages in einem Plus des folgenden erschien. Wir fanden, dass solche Abweichungen sich durch die grössere Sorgfalt bei der Harnentleerung regelmässig vermeiden lassen, so wie sie sich denn eben desswegen auch bei dem Menschen nicht finden.

Auf diese Weise überzeugten wir uns denn durch zahllose Erfahrungen, die Diejenigen, welche „Untersuchungen" hinter ihrem Tische anstellen, nicht besitzen, dass jene Zweifel über die Dauer der Wirkung einer Ernährungsweise nicht begründet sind, und lernten dieselbe vielmehr immer richtiger würdigen. Wir erkannten immer schärfer und deutlicher, wie allerdings der durch eine vorausgegangene Fütterung gesetzte Körperzustand auf den Umsatz auch noch an den folgenden Tagen wirkt, und dass ohne fortlaufende Berücksichtigung dieses Körperzustandes, kein irgend richtiges Resultat über irgend eine Fütterung erreicht werden kann. Aber zugleich überzeugten wir uns immer bestimmter, dass die nächste Wirkung einer Nahrungsweise auf den Umsatz immer innerhalb 24 Stunden abgelaufen ist, und daher selbst ein-

tägige Beobachtungen vollkommen hinreichend zu gewissen Schlüssen über den Umsatz sind. Andererseits erkannten wir ebenso bestimmt, dass wenn man Beobachtungen und Schlüsse über die Wirkung einer Ernährungsart auf den Körperzustand machen will, man die Entwicklung des letzteren der Ernährung gemäss abwarten muss. Wir setzten dann die bestimmte Ernährungsart immer so lange fort, bis der Gleichgewichtszustand eingetreten war, und sagten erst jetzt, dass diese Ernährungsart einem bestimmten Körperzustand entspreche. Wir setzten z. B. desswegen die Brodfütterung bei dem Hunde so lange fort, um zu sehen, wann endlich der Körperzustand bei dem Hunde eintrete, der dem möglichen Brodverbrauch entspreche, und fanden, dass dieses bei dem von uns benutzten Hunde erst auf einem sehr niedrigen Ernährungszustande eintritt.

Von verschiedenen Seiten sind fünftens unsere auf den beobachteten Stickstoffumsatz basirten Rechnungen über die Perspirationsgrösse und die für diese Rechnungen eingeführten Controll-Rechnungen angefochten worden.

Was diese Rechnungen an und für sich betrifft, so sind dieselben merkwürdiger Weise zum Theil, wie z. B. von Speck ganz falsch verstanden worden. Dieser übrigens verständige und anständige Kritiker unserer Schrift hat nämlich die Sache so aufgefasst, als betrachteten wir die gegebenen Rechnungen als Controlle für unsere Angaben über den Stickstoffumsatz. Davon kann aber natürlich gar keine Rede sein. Unsere Angaben über den Stickstoffumsatz sind der reine Ausdruck der Thatsachen, sie sind das directe Resultat der Beobachtung. In sie hat sich keine Rechnung und keine Reflexion irgend einer Art hereingemischt, für sie also war und ist gar keine Controllrechnung möglich und nöthig. Sie stehen nur durch Beobachtungen widerlegbar da, und eine Anzweifelung oder selbst bestimmte Widerlegung der Richtigkeit unserer Rechnungen hat für sie gar keine Bedeutung.

Unsere, auf diesen direct beobachteten Stickstoff-Umsatz basirte Rechnung hat und hatte ja nur die Absicht, auch über den Kohlen- und Wasserstoff-Umsatz, oder über die Perspirations-Grösse möglichst richtige Anschauung zu geben. Hier fehlte die directe Beobachtung, aber wir hielten es für vollkommen gerechtfertigt, sie durch eine auf den direct beobachteten Stickstoffumsatz begründete Rechnung zu ersetzen, so lange die Mittel zu einer correcten Beobachtung, wie bisher, noch nicht gegeben waren. Indem wir alle bisherigen Beobachtungen über die Perspirations-Grösse bei

Menschen und Thieren für mit sehr wesentlichen Fehlern behaftet erachteten, hielten wir es für durchaus erlaubt und wohlgethan, diesen vorhandenen Mangel durch eine Rechnung zu ersetzen, in der wenigstens Ein Factor, nämlich der Stickstoffumsatz, direct und zuverlässig beobachtet war. Zum wenigsten war dieses Verfahren vollkommen ebenso, und eben wegen der Sicherheit des Einen Factors, weit mehr berechtigt, als alle bisher aufgestellten sogenannten Ernährungs-Gleichungen von Nasse, Helmholtz, Barral, Gavarret und wer sie alle sein mögen. Wir wussten recht gut, dass diese Rechnung darin, dass es stets zweifelhaft war, ob Fett oder Wasser oder beides, und wie viel von jedem umgesetzt worden war, unsicher ist. Ja, ich glaube, wir haben wohl zuerst von allen bisherigen Beobachtern Thatsachen geliefert, welche das merkwürdige Verhalten des Wassers in dem thierischen Körper zum ersten Male etwas näher kennen lehren und einen Wechsel desselben anzeigen, wo man ihn bisher gar nicht vermuthen konnte. Wir folgten eben der grössten, wohlerwogenen und verständigen Wahrscheinlichkeit, und glauben damit die Gränzen einer erfahrungsmässigen Wissenschaft nicht überschritten zu haben.

Aber eben weil wir uns des Zweifelhaften dieser Rechnung bewusst waren, suchten wir für sie Controllbestimmungen, aber natürlich auch nur für diese Rechnung über die Perspirationsgrösse, keineswegs für die directen Resultate unserer Beobachtungen über den Stickstoffumsatz. Wir glaubten sie in der Wärmeberechnung und in einer allein auf die Gewichtsverhältnisse des Körpers und der Einnahmen und Ausgaben gegründeten Rechnung finden zu können.

Was die auf die Wärmeberechnung gegründete Controlle unserer Annahmen über Ausgabe und Einnahme von Fett und Wasser betrifft, so haben wir ihr selbst keinen grösseren Werth beigelegt, als sie nach den bis jetzt vorliegenden physikalischen und chemischen Grundlagen besitzt. Es ist widersinnig, von dem Physiologen mehr zu verlangen, und zugleich ungerechtfertigt, ein Hülfsmittel ganz zu verwerfen, weil sein Gebrauch noch nicht ganz von allen Zweifeln frei ist. Wir sind auch jetzt noch überzeugt, dass nicht in der Unsicherheit der Feststellung der Wärmeäquivalente des Kohlen und Wasserstoffs und der verschiedenen Nahrungsmittel das Ungenügende unserer Controlle lag, sondern in der Annahme einer Minimalgrösse der entwickelten Wärme im Hungerzustande. Hier hatten wir geglaubt, annehmen zu müssen, dass der Gewichtsverlust, abgesehen von den stickstoffhaltigen

Körpertheilen, in Fett bestehen müsse und nicht in Wasser. Dazu hatten uns eines Theils die von Regnault und Reiset gegebenen Zahlen über Kohlenstoff- und Sauerstoff-Verbrauch, andererseits der Umstand bestimmt, dass dem Hunde Wasser zu Gebote stand, und wir desshalb keine Abgabe desselben vom Körper voraussetzen zu dürfen glaubten. Es hat sich nun jetzt bei den mit demselben Hunde angestellten Respirationsversuchen gezeigt, dass diese Annahme irrig war. Der Kohlenstoff- und Sauerstoff-Verbrauch und daher auch die gebildete Wärmemenge variiren bei verschiedener Nahrung sehr beträchtlich und sinken im Hunger so, dass es klar wird, dass der Gewichtsverlust auch durch Wasserabgabe herbeigeführt wird. Hierdurch ist natürlich unserer Wärmeberechnung die Grundlage entzogen; allein wir haben von derselben auch durchaus keinen solchen Gebrauch gemacht, dass nun dadurch die Resultate unserer Untersuchungen irgend wie gefährdet oder zweifelhaft geworden sind. Alles was sich auf diese Wärmeberechnung bezieht, kann ohne Weiteres aus unserem Buche gestrichen werden, ohne dass sich irgend etwas Wesentliches geändert finden wird.

Unsere zweite Controllrechnung, nämlich die allein auf die Gewichts-Verhältnisse des Körpers, sowie der Ein- und Ausgaben gegründete, kann natürlich an und für sich keinem Einwurfe unterliegen. Allein man hat ihren Werth als Controllrechnung für unsere allein aus dem Stickstoffumsatz aufgestellte Rechnung verworfen, indem man darauf aufmerksam gemacht hat, dass wir in beiden Rechnungen doch nur mit denselben Grössen gerechnet hätten. Dieser uns zuerst von Prof. Ludwig und dann von Dr. Speck gemachte Vorwurf, der dem Scharfsinn des Herrn Vogt ganz entgangen ist, ist vollkommen begründet, und wir hätten den Werth dieser Rechnung bestimmter angeben und beschränken sollen. Er beruht nämlich in der That nur darin, dass die Uebereinstimmung beider Rechnungen nachweiset, dass erstens die bei unserer ersten Rechnung benutzten Elementaranalysen über die Zusammensetzung der verzehrten Nahrungsmittel und des Kothes nicht weit von der Wahrheit entfernt sein können, und zweitens, dass in unserer ersten Rechnung keine Rechnungsfehler begangen worden sind; was bei so zahlreichen und ausgedehnten Rechnungen, wie wir sie angestellt haben, von keiner kleinen Bedeutung ist.

Allein es ist nach Allem Diesem klar, dass wir die Bedeutung und Richtigkeit unserer Controll-Rechnungen nicht nur, sondern auch unserer Hauptrechnung ohne Bedenken

Preis geben und geben können, ohne dass dadurch der Werth unserer Untersuchungen und ihrer Resultate irgend wie wesentlich beeinträchtigt wird. Unsere Untersuchungen betreffen den Stickstoffumsatz in dem thierischen Körper. Er ist durch directe Beobachtungen ermittelt worden, und aus seinen Verschiedenheiten unter verschiedenen Verhältnissen der Ernährung des Thieres haben wir die hauptsächlichsten Gesetze der Ernährung des thierischen Körpers abgeleitet. Hieran ändert die Zweifelhaftigkeit, ja möglicher Weise die Unrichtigkeit unserer über die Perspirationsgrösse des Thieres aufgestellten Haupt- und Controllrechnungen Nichts, wir geben sie den gestrengen Herren Kritikern gutwillig Preis; aber was unsere Haupt-Untersuchung über den Stickstoffumsatz und die über denselben aufgestellten Gesetze betrifft, worauf sich diese Herren Kritiker gar nicht eingelassen haben, so halten wir deren Richtigkeit aufrecht, so lange bis man uns durch Thatsachen und wirkliche „Untersuchungen" widerlegt. Wir wiederholen für sie die von Herrn Prof. Meissner ohne allen Grund geringschätzig abgeworfene Behauptung, dass alle früheren, auch von uns selbst ausgeführten, auf den Stickstoffumsatz gerichteten Stoffwechsel-Untersuchungen werthlos sind, und alle künftigen werthlos sein werden, welche nicht die von uns ermittelten Thatsachen dieses Stickstoffumsatzes berücksichtigen, danach ihre Beobachtungen einrichten und ihre gewonnenen Resultate beurtheilen.

So unglaublich es endlich nach den bestimmtesten Aeusserungen in unserer Schrift: Die Gesetze der Ernährung, und nach Herrn Prof. Voit's ausführlichen Auseinandersetzungen in seinen Beiträgen zur Feststellung des Principes der Erhaltung der Kraft in den Organismen auch ist; dennoch sehen wir, dass entweder absichtlich oder aus unverzeihlicher Oberflächlichkeit uns die Ansicht untergeschoben wird: die Arbeit bedinge den Umsatz, jene sei das Maass dieses; während wir doch auf das Entschiedentste gerade das Umgekehrte vertheidigt und ausgeführt haben.

Allerdings sind unsere jetzigen Tadler nicht die Einzigen, welche bald die Kraftäusserung als Ursache, bald als Folge der Veränderung die Materie auffassen, ja es giebt Männer von nicht geringer Bedeutung, die Beides als unabtrennbar immer miteinander vereinigt, auch als in der Zeit von einander untrennbar erachten. Allein wir sind nicht dieser Ansicht. Wir sind der Meinung, dass entschieden von einer Seite der Anstoss ausgehen müsse, dass entweder die Kraftäusserung oder die materielle Veränderung beginnen müsse,

und haben uns entschieden auf letztere Seite gestellt. Wir haben die moleculäre Veränderung in dem Zustande der Materie als das Bedingende für eine veränderte Kraftäusserung erklärt, und demgemäss die Thätigkeiten der Organismen als Folge der Veränderung in ihrem materiellen Bestande betrachtet. Wir haben sodann die Bedingungen zu den Veränderungen ihres materiellen Bestandes festzustellen gesucht, und sie den moleculären Zugkräften der Bestandtheile der Nahrungsmittel, der Körperbestandtheile und des Sauerstoffs zugeschrieben. Alles dieses ist mit so bewusstem Willen und mit solchem Nachdruck geschehen, dass es in der That kaum denkbar war, hiebei missverstanden zu werden. Dennoch ist es geschehen, und wir ergreifen also diese Gelegenheit nochmals um unsere Ueberzeugung dahin auszusprechen, dass jede Kraftäusserung in den Organismen eine Umsetzung ihrer materiellen Bestandtheile voraussetzt, und dass es daher um jene richtig beurtheilen und lenken zu können, darauf ankommt, die Bedingungen dieser richtig zu erkennen.

Ich schliesse mit der Bemerkung, dass ich es Herrn Prof. Voit überlasse, bei anderer Gelegenheit Einzelnheiten der von uns befolgten Methode der Untersuchung, sowie seine eigenen Arbeiten namentlich über den Einfluss der Bewegungen auf den Stickstoffumsatz und die daraus gezogenen Folgerungen zu vertreten.

Ueber das Vorkommen von Ammoniak im Harn.

Von

Stud. med. **Berthold Wicke** in Göttingen.

Kürzlich hatte in der „Würzburger medicinischen Zeitschrift“ Bd. II., H. 2 und 3 zwischen den Herren Professoren H. Bamberger und W. Heintz sich eine Controverse erhoben über die Frage: Ob Ammoniak als normaler Bestandtheil jederzeit im Harn vorkomme. Liebig hatte zuerst, den früheren Angaben entgegen, behauptet, Ammoniak sei im frischen Harn nicht oder nur spurenweise vorhanden. Gegen diese Behauptung war Heintz aufgetreten, hatte selbst in ganz frischem Harn Ammoniak nachgewiesen und einige Male auch der Menge nach bestimmt. Nichtsdestoweniger hatte wiederum Bamberger (Würzburger medicinische Zeitschrift Bd. I, p. 146) „die Anwesenheit dieses Körpers im Harn vollkommen geleugnet“. Dagegen hat nun Heintz seine frühere Behauptung aufrecht erhalten. Er hat seinen frühern Versuch, aus frischem Harn das Ammoniak als Ammoniumplatinchlorid zu fällen und aus diesem Salze die Menge des Ammoniaks zu bestimmen, wiederholt. Dabei wandte er die Vorsicht an, dass er den Niederschlag in geschlossenen Gefässen hervorbrachte, und nicht im Laboratorium, sondern in seinem Arbeitszimmer, unter möglichster Abhaltung der Luft, filtrirte. Er erhielt eine solche Menge des Salzes, die, auch unter anderen Umständen, nicht wohl durch Resorption des Ammoniaks aus der Luft erklärt werden konnte. Das Resultat des Versuchs rechtfertigte seine Behauptung vollständig.

Bamberger schränkte dann seine Behauptung dahin ein, dass er von vornherein nur freies oder kohlensaures Ammoniak gesucht habe. Er sagt: „Wiederholte Beobachtungen, wo sich bei wichtigen Krankheitszuständen (so in einem Falle von

Pemphigus, in mehreren Fällen von M. Brightii u. s. f.) in einem Harne, der rothes Lacmuspapier bläute und sich offenbar nicht in dem gewöhnlichen Zustande von Harnstoffzersetzung befand, Ammoniak entweder in freiem Zustande oder als kohlensaure Verbindung vorfand, so wie die bekannten Angaben von Richardson, dass in normalem Blute freies Ammoniak vorhanden sei, veranlassten mich nochmals, darüber Untersuchungen vorzunehmen, ob sich Ammoniak als normaler Bestandtheil im Harn fände. War dies der Fall, so würde dies nicht nur eine weitere Wahrscheinlichkeit für die Richardson'sche Ansicht gegeben haben, sondern es würde auch die klinische Bedeutung dieses Körpers eine wesentlich andere und zwar geringere geworden sein, während man bis jetzt der Ansicht ist, dass selbst Spuren von Ammoniak sich nur bei wichtigen Störungen im frischen Harne finden".

„Doch sind es nur die flüchtigen Ammoniakverbindungen, denen man bisher eine solche pathologische Wichtigkeit beizulegen gewohnt war, wiewohl man möglicher Weise hierin Unrecht hat. Demnach waren meine Untersuchungen auch vorzugsweise hierauf berechnet und gaben bezüglich der Gegenwart solcher flüchtiger Ammoniakverbindungen ein total negativer Resultat, welches durch die mir erst später bekannt gewordenen Untersuchungen Planer's über die Harngase bestätigt wurde."

„Dass möglicher Weise auch nicht flüchtige Ammoniakverbindungen im Harn zugegen sein konnten, war mir hiebei keineswegs entgangen, allein da diese bisher das pathologische Interesse noch in keiner Weise erregt hatten, so hatte ich hierauf nur nebenher Rücksicht genommen und in dieser Beziehung nur einen Versuch vorgenommen, dem ich aber, wie ich dies später auch ausdrücklich erklärte, durchaus keinen entscheidenden Werth beilegte."

„Ich kam demnach zu dem Schlusse, dass Ammoniak im normalen Harn auch spurenweise nicht vorhanden sei, und habe hiebei nur den Verstoss begangen, nicht ausdrücklich zu bemerken, dass es sich hiebei blos um freies oder kohlensaures Ammoniak handle, wiewohl ich annehmen konnte, dass dies aus der ganzen Darstellungsweise und der Beschreibung der angewandten Methoden ohnedies hervorging." (S. 237.) Weiter (S. 238) heisst es: „Freies oder kohlensaures Ammoniak findet sich in normalem Harne durchaus nicht, und wird daher wie bisher immer als eine höchst wichtige pathologische Erscheinung zu betrachten sein, dagegen findet sich im normalen Harne Ammoniak in Form einer nicht flüchtigen

und bei der Siedhitze des Wassers nicht zersetzbaren Verbindung. Interessant wäre es, zu erfahren, mit welcher Säure dasselbe verbunden ist, und von noch grösserem Interesse, die Entstehungsweise desselben kennen zu lernen. In semiotischer und pathologischer Beziehung dagegen scheint die Sache von keiner Bedeutung zu sein.“

Darnach kommt es also jetzt nur darauf an, die Verbindung, in welcher das Ammoniak im Harn vorkommt, aufzusuchen. Die von mir darüber gemachten Beobachtungen will ich hier mittheilen, bemerkend, dass ich die betreffenden Versuche im Laboratorium meines Bruders, des Prof. Wilh. Wicke, ausgeführt habe.

Von vornherein lag die Vorstellung nahe, dass das Ammoniak des Harns an Harnsäure gebunden sei, u. a. nach Analogie der Excremente vieler Thiere, z. B. der Vögel, der Schlangen und verschiedener Insekten, in denen man harnsaures Ammoniak nachgewiesen hat. Es fehlte nur die Bestätigung dieser Vermuthung durch einen einfachen Versuch, der eine Entstehung des Ammoniaks durch Zersetzung des Harnstoffs möglichst vollständig ausschloss.

Es ist bekannt, dass frischer Harn in der Kälte sich bald trübt, indem sich ein gelbliches Gerinnsel bildet, das sich jedoch in der Wärme wieder löst. Lässt man den Harn gefrieren, so setzt sich nach dem Aufthauen ein ziemlich beträchtlicher flockiger Niederschlag ab. Bei den Versuchen, die ich vornahm, um diesen Niederschlag zu erhalten, stellte ich frischen Harn in einem verschlossenen Glase in eine Kältemischung von 3 Th. Schnee und 1 Th. Kochsalz, wodurch eine Temperatur von —17⁰ hervorgebracht wird. Sehr bald trat eine Trübung des Harns ein, die zunahm, bis sich in dem Gefässe Eis gebildet hatte. Fand sich in dem Niederschlage Ammoniak, so musste es wohl fertig im Harn enthalten gewesen sein, eine Entstehung desselben durch Zersetzung des Harnstoffs war unter diesen Umständen nicht wohl denkbar.

Als sämmtlicher Harn gefroren war, nahm ich das Glas aus der Kältemischung, erwartete das Aufthauen und das Absetzen des Niederschlages, goss die klar überstehende Flüssigkeit ab und filtrirte den Niederschlag rasch bei möglichst abgehaltener Luft.

Auf dem Filter zeigte er sich schleimig und von röthlicher Farbe. Unter dem Mikroskope sah man ihn ganz aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt, ohne irgendwelche Krystalle. Auf Zusatz von einem Tropfen Salzsäure jedoch traten alsbald mikroskopische Krystalle von Harnsäure in charakeristischer

Form auf. Wurde der Niederschlag mit Kali behandelt, so gab sich das Ammoniak deutlich durch den Geruch zu erkennen, mit Salzsäure entstanden die bekannten Nebel von Salmiak. Ebenso leicht war die Harnsäure ausser durch das Mikroskop auch durch die Murexidreaction nachweisbar.

Um die Menge des Ammoniaks als Ammoniumplatinchlorid zu bestimmen, wurde ein auf die angegebene Weise von 200 CC Harn erhaltener Niederschlag auf dem Filter mit verdünnter Salzsäure behandelt, wobei der grösste Theil der Harnsäure ungelöst zurückblieb. Die Flüssigkeit blieb bedeckt einige Stunden stehen, damit etwa gelöste Harnsäure sich wieder ausscheide. Es setzten sich einige Krystalle ab, die dann filtrirt wurden. Die erhaltene salzsaure Lösung wurde nun mit Platinchlorid versetzt und auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Nachdem der Rückstand mit einem Gemisch von absolutem Alkohol und Aether behandelt war, um das überschüssige Platinchlorid zu lösen, wurde er filtrirt auf ein bei 120^0 getrocknetes und gewogenes Filter. Wieder getrocknet und gewogen betrug der von 200 CC Harn erhaltene Niederschlag 0,1495 Grm.

Als ein Theil des Niederschlags im Glasröhrchen erhitzt wurde, sublimirte deutlich Salmiak, der sich in Krystallen absetzte und mit Kali behandelt deutlichen Ammoniakgeruch gab. Ebenso gab das ursprüngliche Salz mit Kali erwärmt freies Ammoniak.

Die mikroskopische Untersuchung ergab freilich, dass das Salz nicht ganz rein war. Es fanden sich hin und wieder farblose Krystalle, die ihrer Form nach als Gypskrystalle gedeutet werden mussten.

Vom Salze waren noch 0,099 Grm. übrig. Dieser Rest wurde im Tiegel vorsichtig bis zur vollständigen Zersetzung geglüht. Der Rückstand von Platin wog 0,0505 Grm.

Nun entsprechen aber 0,099 Grm. des Salzes nur 0,0437 Grm. Platin. Die Differenz, 0,0068 Grm., rührte, wie gesagt, von fremden Beimischungen her. Als der Rückstand mit Wasser ausgezogen wurde, war in dem Wasser schwefelsaurer Kalk nachweisbar, den schon das Mikroskop gezeigt hatte. Nachdem wiederholt ausgezogen, bis das Wasser keinen Gyps mehr enthielt, wurde das Platin wieder geglüht und gewogen. Es waren jetzt 0,0405 Grm. Platin. Folglich ein Gewichtsverlust (0,0505 — 0,0405) von 0,01 Grm. Nehmen wir diese als Gyps an und ziehen sie von dem ursprünglichen Gewichte des Salzes 0,099 Grm. ab, so bleiben für Ammoniumplatinchlorid noch 0,089 Grm. Diese müssen 0,039 Grm. Platin liefern.

Folglich ein Mehrgewicht des gefundenen zu dem berechneten Platin von 0,0015 Grm. Ich habe dann später noch eine grössere Menge des aus dem Harn gewonnenen Absatzes auf Kali untersucht und geringe Mengen auch dieses Körpers in demselben gefunden. Denn glüht man die Substanz, bis alle Kohle verbrannt ist, so bleibt schliesslich ein geschmolzener alkalisch reagirender Rückstand, der, wenn er in wenig Salzsäure gelöst, mit Platinchlorid versetzt und auf dem Objectglase vorsichtig verdampft wird, unter dem Mikroskope octaëdrische Krystalle von Kaliumplatinchlorid erkennen lässt. Das eben erwähnte geringe Mehrgewicht an Platin erklärt sich also durch das Vorhandensein dieses Salzes.

Da aus dieser Untersuchung hervorgeht, dass wenigstens ein Theil des im frischen normalen Harn enthaltenen Ammoniaks an Harnsäure gebunden ist, so glaube ich durch meine Arbeit einen kleinen Beitrag zur weiteren Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Harns geliefert zu haben.

Ueber dorso-lumbare und lumbo-sacrale Uebergangswirbel.

Briefliche Mittheilung an den Herausgeber.

Von

Prof. Dr. **Bergmann** in Rostock.

Indem mir kürzlich bei Demonstration der Wirbelsäule mein dahin gehöriges osteologisches Material durch die Hände ging, wurde ich wieder an eine Frage erinnert, welche ich schon längst gern den Fachgenossen vorgelegt hätte. Vielleicht habe ich mich darüber schon in Bezug auf Dürr's Aufsatz (III. Reihe 8. Bd. S. 185 ff. Ihrer Zeitschrift) einmal gegen Sie geäussert; jedenfalls möchte ich wünschen, die Aufmerksamkeit mehrerer Anatomen gelegentlich auf meinen Gegenstand zu wenden, und darf vielleicht Ihre gütige Vermittelung für diese Frage über dorso-lumbare und lumbo-sacrale Uebergangswirbel in Anspruch nehmen.

In der hiesigen osteologischen Sammlung befinden sich vier lumbo-sacrale Uebergangswirbel. Einer derselben, an einem Becken befindlich, hat für meine Frage kein Interesse. Die drei andern finden sich aber in Begleitung vollständiger Wirbelsäulen. Jede dieser Wirbelsäulen hat einen überzähligen Wirbel. Aber nur bei der einen liegt das Verhältniss so einfach, dass sich das Os sacrum und die Lumbargegend in den überzähligen Wirbel theilen, während in den beiden andern Fällen drei Abschnitte der Wirbelsäule an der Ueberzahl eines Wirbels Antheil nehmen. Bei beiden nämlich folgt auf zwölf Brustwirbel ein dorso-lumbarer Uebergangswirbel, dann vier unzweideutige Lendenwirbel, darauf der lumbo-sacrale Uebergangswirbel, auf diesen die normale Zahl der Kreuzbeinwirbel.

I. Der lumbo-dorsale Wirbel des einen Rückgrats wird als Uebergangswirbel dadurch bezeichnet, dass er statt des gewöhnlichen Querfortsatzes jederseits einen nur ligamentös befestigten Knochen besitzt, welcher übrigens genau der Form eines Lumbarquerfortsatzes entspricht. Seine Länge beträgt 25 Mm. an der linken Seite; der rechte ist etwas kürzer. Der linke ist von dem Wirbel abgenommen; es zeigte sich dabei, dass er den Wirbel an zwei Punkten berührt hat, von welchen der vordere auf einem zwischen Körper und Bogenwurzel sich erhebenden Höckerchen, der hintere auf der Bogenwurzel befindlich ist. Durch eine Furche sind diese Stellen von einander getrennt. So ist diese Rippe von den gewöhnlichen untern Rippen in Befestigung, Form und Kürze verschieden. Eine weitere Beschreibung des Wirbels ist nicht erforderlich; ich erwähne nur, dass seine linke obere Gelenkfläche die den Brustwirbeln gewöhnliche Form und Lage hat, während die rechte noch ziemlich hohl ist: eine auf der Grenze dieser beiden Gegenden sehr häufige asymmetrische Bildung (s. unten).

Der lumbo-sacrale Wirbel ist sehr dem Os sacrum assimilirt, seine geschwollenen Querfortsätze an die beiden Flügel durch Synostose angewachsen, während der Körper nur sehr wenig, die Gelenkfortsätze vielleicht gar nicht angewachsen sind, auch der Bogen sich an seinem Unterrande frei zeigt. Die Unterfläche des Körpers bildet mit der des ersten echten Sacralwirbels ein Subpromontorium. Die Querfortsätze dieses Wirbels nehmen schwach Antheil an der Bildung der Facies auricularis, welche demgemäss an entsprechender Stelle etwas verlängert ist, während sie nach abwärts (richtiger: rückwärts) genau so weit (bis gegen die obere Grenze des dritten echten Sacralwirbels) reicht, als bei einem normalen Os sacrum. Wie wenig der lumbo-sacrale Wirbel einen ersten echten Sacralwirbel darstellt, oder wie wenig der wirkliche durch Verschmelzung mit seinem Nachbar aufhört oberster Sacralwirbel zu sein, findet man leicht, wenn man den Uebergangswirbel wegdenkt. Dies geht wohl an, da die Verschmelzungslinie rechts noch sichtbar ist, während links der Querfortsatz etwas mächtiger ausgebildet und inniger an das Heiligenbein angewachsen ist. Denkt man sich die Fläche des Os sacrum von dieser Verbindung befreit, so tritt sie in ihrer ganz gewöhnlichen Gestalt hervor, abgesehen etwa von einer kleinen Erhebung, mit welcher sie der Synostose entgegengekommen ist. Bei der ganzen Form der Querfortsätze des lumbo-dorsalen Wirbels, bei der Allmäligkeit der Stufenreihe, durch welche

schwächer und stärker entwickelte Bastardformen dieser Querfortsätze bei verschiedenen Exemplaren in einander übergehen, ganz besonders auch bei der Form und Geringfügigkeit ihrer Betheiligung an der Facies auricularis, bezweifle ich bis auf Weiteres, dass diese Bildung von dem Vorhandensein eines Flügelbeinchens herrührt oder damit zusammenhängt. Aber selbst wenn ein solches accessorisches Element nachgewiesen würde, die Aehnlichkeit lumbo-sacraler Wirbel mit den echten obern sacralen also zunähme, würde es doch immer entsprechender sein, sie als Uebergangsformen zu bezeichnen. Diese Bezeichnung fördert die zweckmässige Behandlung der Angelegenheit und ist allein sachgemäss.

Zweifelhafter könnte man es finden, ob der Wirbel, welchen ich als dorso-lumbaren anspreche, nicht wirklich den Namen eines lumbaren verdiene, da die Querfortsätze derselben ja häufig aus einem discreten Knochenkerne entspringen sollen. Mir scheint jedoch meine Annahme dadurch gerechtfertigt, dass in diesem Falle, bei einem vollkommen entwickelten Skelette, keine Verschmelzung mit dem Wirbel erfolgt war.

II. Während die oben beschriebenen Wirbel einer ganz erwachsenen Säule angehören, finden sich die nun zu beschreibenden in in einem jugendlichen, doch ziemlieh herangewachsenen Körper. Die Vertheilung ist hier eine andere: der dorso-lumbare Wirbel hat einen mehr dorsalen, der lumbosacrale einen mehr lumbaren Charakter als bei I. Die Pseudorippe des erstern ist 35 Mm. lang, erheblich länger als der nächste proc. transv. lumb., ziemlich dünn, gegen die Spitze hin platt. — An dem lumbo-sacralen Wirbel ist nur der eine Querfortsatz zu einer Uebergangsform angeschwollen und mit einer rauhen überknorpelten Verbindungsfläche für das Os sacrum versehen.

Neben diesen beiden Wirbelsäulen findet sich dann die oben erwähnte, in welcher ein Lumbo-Sacralwirbel wie in Nr. I zwischen fünf echten Lumbar- und fünf echten Sacralwirbeln eingeschaltet ist, und noch eine, welche einen überzähligen Wirbel zwischen Brust- und Lendengegend aufweist. Dieser trägt einen sehr dünnen rundlichen Knochen, einem Lumbar-Querfortsatze auch durch seine Länge unähnlich, von einer Rippe aber ebenfalls verschieden genug und namentlich auf einem kleinen Höckerchen sich erhebend, welches weit vom Wirbelkörper, am hintern Ende der Bogenwurzel hervorkommt.

Aus Beobachtungen, wie diese, entstehen Fragen an die anatomische Statistik. Die Frage der überzähligen Wirbel ist

im Allgemeinen in den Lehrbüchern offenbar bisher ungenügend behandelt. Es wird oft nur kurzhin versichert, dass sich manchmal ein Brust-, ein Lenden- oder ein Sacralwirbel über die Zahl finde. Ist das wirklich oft der Fall ohne Uebergangsform? Hat Rokitansky Recht (Hdb. der spec. path. Anat. Bd. I. Wien 1844), wenn er in Betreff des Mangels einzelner Wirbel sagt: „Der Mangel eines Rückenwirbels wird übrigens gewöhnlich durch einen überzähligen Lendenwirbel, der Mangel eines Lendenwirbels durch einen überzähligen Kreuzwirbel ersetzt?“ oder sind es nicht vielmehr auch in solchen Fällen meist Uebergangswirbel, welche die Anomalie bilden? und besonders stellt sich die von mir hier angeregte Frage speciell dahin:

> Kommt es nicht bei Ueberzahl eines Wirbels verhältnissmässig oft vor, dass sich daran, durch Vorhandensein zweier Uebergangswirbel, drei Gegenden der Wirbelsäule betheiligen? Mir scheint eine auf solche Weise entstehende Ueberzahl immer begreiflicher, als eine capriciöse Hervorbringung eines überzähligen Wirbels in einer Gegend, bei welcher Alles sonst in der Regel bleibt.

Da bei Erörterung solcher Fragen eine genügende Kritik der Eigenthümlichkeiten der Wirbel in den verschiedenen Regionen zu Grunde liegen muss, so erlaube ich mir in Betreff der Uebergangsstelle zwischen Brust- und Lendenwirbelsäule noch eine zu dieser Kritik gehörige Bemerkung. Der Uebergang der Gelenkflächen von der lumbaren zur dorsalen Form und Richtung geschieht oft so, dass ein Wirbel sich unten entschieden lumbar, oben dorsal verhält. Ich möchte diese Fälle die reine Uebergangsform nennen. Sie findet sich nach meiner Wahrnehmung selten am ersten Lendenwirbel, am häufigsten vielleicht am 12. Brustwirbel, doch jedenfalls auch recht oft am 11. — Daneben kommen dann unreine Formen des Uebergangs vor: entweder eine Asymmetrie, wie ich sie oben erwähnte, oder es sind an einem Wirbel zwar die obern Gelenkflächen nach Form und Richtung den dorsalen ähnlich, aber die hier spitz und lang hervortretenden Procc. mammillares rücken so hart an diese Gelenkflächen heran, dass jede Möglichkeit einer Torsion ausgeschlossen ist.

Hier hat also auch die Statistik eine Aufgabe zu lösen. Wenn ich meine Zahlen nicht mittheile, so hat das in ihrer Kleinheit seinen Grund und darin, dass an zusammenhängenden Skeletten der Fall sich nicht immer sicher classificiren lässt. Vielleicht gelingt es mir nach Jahren, eine nutz-

bare Tabelle zu liefern. Collegen, welchen ein reiches Material und erhebliche Arbeitskräfte zu Gebote stehen, können, wenn sie sich solcher Fragen annehmen, in Kurzem Viel dafür thun.

Die anatomische Statistik ist aber ein Feld, dessen Anbauung um so wesentlicher erscheint, als so oft sich eine Regel überhaupt nur in dem Sinne geben lässt, dass ein Fall der häufigere nicht einem, sondern zwei oder mehr andern gegenüber ist, welchen in ihrer Gesammtheit eine weit höhere Wahrscheinlichkeitsziffer zukommt, als dem einen, relativ häufigsten. Gewiss ist es da ein Gewinn, wenn der anatomische Schriftsteller seiner Regel in einer Note eine statistische Erläuterung beifügen kann. Die Aufgabe wird aber schwierig, nicht bloss durch die Massenhaftigkeit des Materials, sondern auch durch die Frage nach dem Zusammenhange der anatomischen Thatsachen. Gelingt es nicht, diesen darzustellen, so läuft man Gefahr, mit den richtigsten Zahlen falsche Begriffe zu verbinden und fortzupflanzen.

Bildungsfehler des Pancreas und des Herzens.

Von

A. Ecker.

(Hierzu Tafel VI.)

I. Ringförmiges Pancreas.

In der Leiche eines jungen Mannes, an welcher ich in der Vorlesung die Lage der Bauch-Eingeweide demonstrirte, fiel mir während der Demonstration ein Streifen Drüsensubstanz auf, der quer vor dem absteigenden Theil des Duodenum herüberlief. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass dies der vordere Theil eines vom Pancreaskopf gebildeten Ringes war, der den absteigenden Theil des Duodenum umgab und aus ununterbrochener Drüsensubstanz bestand. Es zeigte sich bei näherer Untersuchung, dass sich vom Ductus Wirsungianus ein Nebengang abzweigte, welcher in dem ringförmigen Theile von hinten nach vorne verlief, überall zahlreiche Seitenäste aufnehmend, und endlich in der Nähe des Hauptgangs, ohne jedoch in diesen einzumünden, mit feinen Verästlungen endigte.

Erklärung der Abbildung Fig. 1:

D. Duodenum.
P. Pancreas.
PP. Ringförmiger Theil desselben.
C. Ductus choledochus.
W. Ductus Wirsungianus.
W 1. Hauptgang.
W 2. Nebengang im ringförmigen Theil.
W 3. Ende des Nebengangs.

II. Angeborne Missbildung der Valvula bicuspidalis.

An einem Kalbsherzen fand ich das Ostium venosum sinistrum durch eine brückenförmige Klappe in 2 Oeffnungen getrennt. Die Anordnung derselben wird am besten durch einen Blick auf die Abbildungen Fig. 2 u. 3 verständlich werden. In Fig. 2 sieht man bei *L* das ostium venosum der linken Kammer vom Vorhof aus. Dasselbe ist durch eine Brücke (*V*) in 2 Oeffnungen (*o o*) geschieden. Jede dieser Oeffnungen wird von 2 Klappenzipfeln geschlossen, wovon je einer dem mittleren brückenförmigen Theil der Klappe, welcher sich von der Aortenmündung zur gegenüber liegenden Wand des Ventrikels erstreckt, angehört, der andere vom Rande des Ostium venosum ausgeht.

In Fig. 3 sieht man die venöse Klappe von unten von Seite des Ventrikels. Bei *A* ist die Aortenmündung sichtbar; bei *o o* die beiden Oeffnungen, in welche das Ostium venosum zerfallen ist; bei *V* die brückenförmige Klappe und ihre beiden seitlichen Zipfel *V1* und *V2*, welche mit den Zipfeln *v 1* und *v 2* die Oeffnungen schliessen. Zum Verständniss dieser Anordnung ist zu erwähnen, dass im normalen Kalbsherzen die Valvula bicuspidalis aus vier deutlichen Zipfeln besteht, zwei grösseren, deren einer vor der Aortenöffnung liegt, der andere diesem gegenüber und zwei kleineren oder intermediären, die in den Winkeln zwischen diesen liegen. Dadurch wird die Form des Ostium venosum beim Schluss die in Fig. 4 gezeichnete. Das Verhältniss beim menschlichen Herzen ist bekanntlich ein ähnliches, nur sind beim Kalb die kleinen oder intermediären Zipfel viel deutlicher, so dass hier der Name Valv. quadricuspidalis mehr gerechtfertigt ist als die gebräuchliche Bezeichnung. Im vorliegenden Fall sind nun die beiden Hauptzipfel *V* und *V* (Fig. 4) bei *a* untereinander verbunden, und der den intermediären Zipfeln (*v 3*, *v 4*) gegenüberliegende freie Rand der durch die Verwachsung entstandenen brückenförmigen Klappe *V* ist jederseits ebenfalls in einen Zipfel ausziehbar, so dass wir also gleichsam zwei Ostia venosa, jedes mit einer Valvula bicuspidalis versehen, haben.

Was die Genesis dieser abnormen Bildung betrifft, so ist an eine Verwachsung durch exsudative Prozesse nicht zu denken, schon desshalb nicht, weil die ganze Anordnung der Chordae tendineae dem besonderen Verhältniss angepasst ist; es bleibt daher nur die Annahme eines primitiven Bildungs-

fehlers übrig. Aus der ersten Anlage der Klappen lässt sich aber dieser nicht erklären, denn diese entstehen, so weit ich gesehen, als einfache ringförmige Hautsäume, welche die venösen Mündungen umgeben. Dass der Verschluss des Ostium venosum durch die beschriebene Missbildung keine Störung erlitten habe, lässt sich wohl als ziemlich sicher annehmen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 2. Das Herz, von der Basis aus gesehen; die Vorhöfe sind abgetragen.

A Aorta. *Ap* Art. pulmonalis. *B* Ost. venosum dextrum. *L* Ost. venos. sinistrum. *o o* Die beiden Oeffnungen, in welche das Ost. venos. sinistr. durch die brückenf. Klappe *V* getheilt ist.

Fig. 3. Das Herz, auf dem Querschnitt durch die Ventrikel, von unten gesehen.

B Rechter Ventrikel. *L* Linker Ventrikel. *A* Aortenmündung.

o o Die beiden Oeffnungen des Ost. venos. sinistr. *V* Die brückenförmige Klappe.

V 1 u. 2. Deren dünne, jederseits in einen Zipfel ausziehbare Seitenränder.

v 1 u. 2. Die diesen gegenüberliegenden kleinern oder intermediären Zipfel.

Fig. 4. Linkes Ost. venosum vom Kalb während des Verschlusses.

V V Hauptzipfel der Klappe.

vv Intermediäre Zipfel.

a Berührungslinie der Hauptzipfel, in welcher dieselben im vorliegenden Fall zur Bildung der brückenförmigen Klappe *V* (Fig. 2 u. 3) zusammengetreten sind.

Ein neuer Haar-Pilz beim Menschen.

(Zoogloea capillorum *Buhl.*)

Von

Professor Dr. **Aloys Martin** in München.

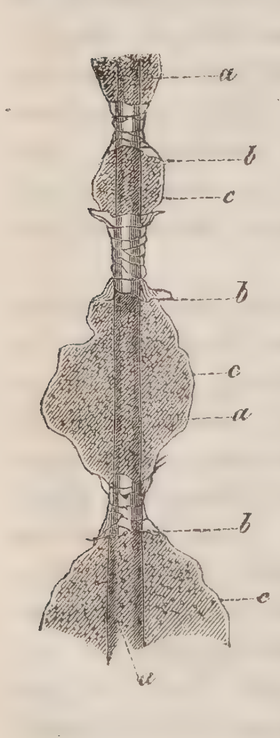
Während des Decembers 1860 und Januars 1861 behandelte ich in einer von Regensburg seit einem halben Jahre nach München übergesiedelten Beamtenfamilie zwei Kinder von $^3/_4$ und $1^1/_2$ Jahren, beide Mädchen, am Typhus. Das Jüngere derselben, welches leichter erkrankt war, genas im Laufe des Januars 1861. Im März desselben Jahres machte mich seine Mutter, bei Gelegenheit einer leichten Diarrhöe, an der es wieder erkrankt war, auf eine Stelle an seinem Hinterkopfe aufmerksam, an welcher seine spärlichen, fast flachsblonden Haare seit der Wiedergenesung vom Typhus, namentlich seit etwa sechs Wochen, angefangen haben sollten, ganz golden, ja selbst gelbroth zu werden.

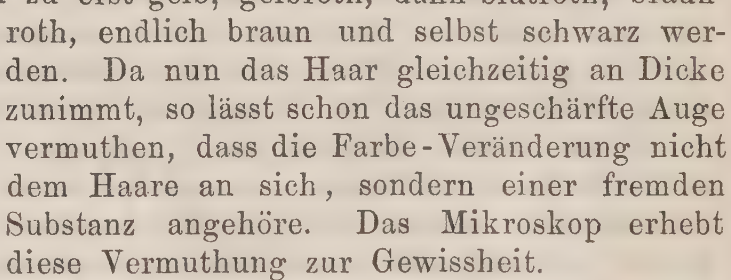
Bei näherer Untersuchung fand ich, dass die fragliche Veränderung die hintere Haargränze nach dem Nacken zu betraf, woselbst in einer Ausdehnung von beiläufig $2^1/_2$ Zoll in die Breite und $1^1/_4$ Zoll in die Höhe auf einem unregelmässig geformten Flecke die Haare des Mädchens mehr oder minder gelbroth aussahen, indess nicht gleichmässig glatt, sondern gerade so, wie wenn dieselben mit einer gelbrothen Pomade, oder richtiger noch ausgedrückt mit Hagenbutten-Mark beschmiert worden wären, welche Substanz den Haaren in winzigen Klümpchen stellenweise anzukleben schien. In der Mitte dieser gelbrothen Stelle, hart über der Genick-Grube, fand ich die Haare im Umkreise eines Sechskreuzer-

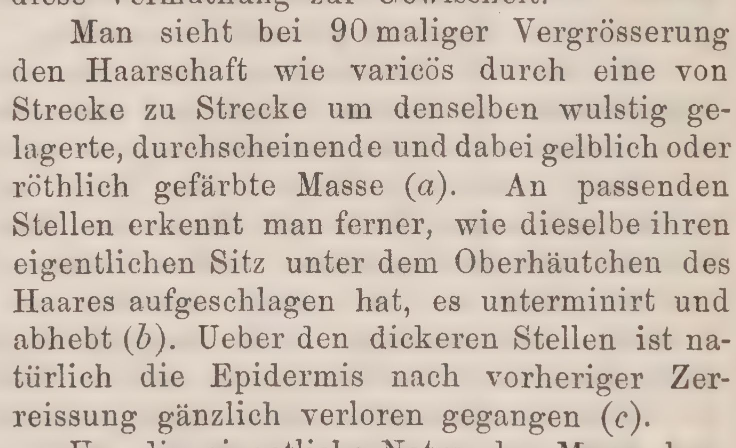
stückes bereits sämmtlich abgebrochen oder ausgefallen; ihre stehengebliebenen ganz kurzen Reste sahen wie versengt, mit schwarzen, braunen oder schmutzig gelbrothen Enden versehen, aus der kahlen Hautstelle hervor und ebenso gefärbte Haar-Trümmer lagen pulverförmig auf dem Flecke umher. Rings um diese nahezu haarlose Stelle standen die Haare weniger dicht als in einiger Entfernung davon, waren aber am dunkelsten gelbroth gefärbt, und brachen bei Berührung oder Zerrung sehr leicht hart über ihrer Wurzel ab. Weiter nach aussen zu nahm die auffällige Färbung allmälig mehr und mehr ab, wurde blass gelbroth, dann golden, gelblich und verlief sich endlich buchtig und unregelmässig in die normalen blonden Haare.

Sogleich vermuthend, dass hier eine Pilzbildung auf den veränderten Haaren wuchere und dieselben schliesslich von einem Mittelpunkte aus weiterschreitend zerstöre, brachte ich einen Theil der scheinbar gesunden, dann der kranken Haare, der gelbrothen und schwarzen Haar-Reste, des Staubes u. s. w. zu Herrn Professor Dr. Buhl zum Zwecke der mikroskopischen Analyse und Bestätigung meiner Ansicht. Derselbe theilte mir nach einiger Zeit das Ergebniss seiner bezüglichen Untersuchungen im Nachfolgenden mit.

„Bei näherer Betrachtung sieht man die einzelnen Haare gegen die Wurzel zu erst gelb, gelbroth, dann blutroth, braunroth, endlich braun und selbst schwarz werden. Da nun das Haar gleichzeitig an Dicke zunimmt, so lässt schon das ungeschärfte Auge vermuthen, dass die Farbe-Veränderung nicht dem Haare an sich, sondern einer fremden Substanz angehöre. Das Mikroskop erhebt diese Vermuthung zur Gewissheit.



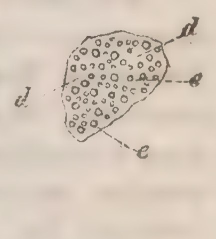




Man sieht bei 90 maliger Vergrösserung den Haarschaft wie varicös durch eine von Strecke zu Strecke um denselben wulstig gelagerte, durchscheinende und dabei gelblich oder röthlich gefärbte Masse (*a*). An passenden Stellen erkennt man ferner, wie dieselbe ihren eigentlichen Sitz unter dem Oberhäutchen des Haares aufgeschlagen hat, es unterminirt und abhebt (*b*). Ueber den dickeren Stellen ist natürlich die Epidermis nach vorheriger Zerreissung gänzlich verloren gegangen (*c*).

Um die eigentliche Natur der Masse kennen zu lernen, waren die gewöhnlichen

300—400 maligen Vergrösserungen bei Weitem nicht ausreichend. Sie erschien hier bloss punktirt oder wie mit Molekularkörnern durchsetzt. Erst durch ein Hartnak'sches Immersionssystem, dem bei 800—1000 maliger Vergrösserung noch die Eigenschaft bedeutender Lichtstärke zukommt, war es mir möglich, die Beschaffenheit mit gehöriger Schärfe zu studiren. Die Masse besteht in einer structurlosen, gallertähnlichen Grundsubstanz (*d*), in welcher Zellen (*e*) eingelagert sind. Von der Kleinheit der Zellen kann man sich am besten eine Vorstellung machen, wenn ich sage, dass trotz der starken Vergrösserung die Kerne nur einen dunklen Punkt (*f*) ausmachten. Dass es aber Zellen waren, geht aus ihrer Analogie mit den Zellen des Hefepilzes und anderen ähnlichen Gebilden hervor. Sie zeigten dieselben Theilungs-Figuren, wie diese (*g*).



Es war nun kein Zweifel über die Pilz-Natur der Masse. Bezüglich der Frage über die Stellung, welche unser Pilz im Pflanzenreiche einnehmen dürfte, möchte ich Folgendes bemerken. Am Meisten stimmen die Formen mit den Palmella-Arten*) überein oder mit dem Genus Bacterium Termo Duj. (Zoogloea Termo F. Cohn, Palmella infusionum Ehr.), nur würden sie im letzteren Falle nicht den früheren Entwicklungs-Zustand der beweglichen Schwärmform, sondern den späteren des Festsitzens und der Zellen-Vermehrung darstellen. Dabei ist hervorzuheben, dass insbesondere die Kleinheit der Zellen dazu veranlasst, der Pflanze diese Stellung zu vindiciren, dass sie aber natürlicher Weise kein Wasserpilz (keine Alge wie Palmella), sondern wegen ihres Sitzes auf organischem Gebilde ein Pilz ist, und dass die Zellen gegen die gewöhnliche farblose Beschaffenheit der Bacterium-Massen gelbroth gefärbt sind. Dieses Pigment mag möglicher Weise von dem Boden herrühren, auf welchem der Pilz sich entwickelt, von dem Haar- oder Blut-Farbstoffe, den er in sich aufnahm, wenn auch in so verdünnter Weise, dass an den isolirt gewonnenen Zellen eine Färbung kaum mehr geahnt werden dürfte. Vielleicht verdient der Pilz wegen der genannten Verschiedenheit, vielleicht auch desswegen, weil er zugleich sich von jedem anderen bekannten Epiphyten durch den speciellen

---

*) Strato gelatinoso-colorato amorpho, diffuso, cellulis internis (secundariis) in substantia gelatinea amorpha sine ordine nidulantibus — Kützing.

Sitz, die Farbe, die Kleinheit der Zellen und die sie verbindende Grundsubstanz unterscheidet, dass eine eigene (etwa Zoogloea capillorum zu nennende) Art für ihn geschaffen werde.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass der Versuch, eine Keimung mittelst Uebertragung auf Kartoffeln, Aepfel u. a. m. zu bewerkstelligen, misslang!“

Während Herr Professor Buhl mit vorstehenden Untersuchungen sich beschäftigte, liess ich die ergriffene Stelle des behaarten Kopfes einfach bloss alltäglich mit Seifenwasser abwaschen, ohne dass hiedurch nach Umlauf von vier Wochen eine besondere Abnahme der Pilz-Wucherung bemerkbar geworden wäre. Arzneimittel, wie z. B. Sublimat oder Arsen, vermied ich absichtlich dagegen in Anwendung zu bringen. Mit Anfang Juni, um welche Zeit noch immer der gelbrothe Fleck deutlich zu erkennen war, begab sich die Kleine mit ihrer Familie zum längeren Landaufenthalte in das bayerische Gebirge und als sie von dort mit Ende August wieder hieher zurückkam, war doch schliesslich durch fleissig fortgesetztes Waschen mit Seifenwasser die gelbrothe Haarfärbung vollständig zum Verschwinden gebracht worden. Die auf der ergriffen gewesenen Kopfhautstelle neu gewachsenen Haare waren gesund, hellblond wie die Uebrigen, standen dichter denn früher und konnte an ihnen auch mittelst des Mikroskopes nicht die Spur des früher daselbst wuchernden Pilzes aufgefunden werden.

Erwähnen muss ich noch, behufs der allenfallsigen Gewinnung eines aetiologischen Anhaltspunktes, dass die kleine Patientin, sowohl zur Zeit als sie am Typhus erkrankt war, als auch später wegen hartnäckiger Neigung zu Diarrhöe oft wochenlange des Nachts in feuchte Tücher gewickelt wurde, welche vorher in kaltes Brunnenwasser waren getaucht worden. Auch schwitzte sie stets sehr stark am behaarten Kopfe. Möglich daher, dass der fragliche Pilz bei Gelegenheit der fortgesetzten nassen Einhüllungen mit dem Brunnenwasser auf die Haare des Hinterkopfes gelangte und an und in denselben in der beschriebenen Weise gedieh und fortwucherte.

Fremde Körper im Mesenterium des Frosches.

Von

Dr. **Ch. Aeby.**

Dass fremde Körper die Darmwandung durchbohren und nachher durch Einkapselung unschädlich werden können, ist bekannt. Zufälligerweise wurden vor einiger Zeit durch Herrn stud. med. A. Baader in Basel im Mesenterium des Frosches eigenthümliche Gebilde von etwa $^1/_2$ Mm. Länge beobachtet, die sofort durch ihre spindelförmige Gestalt und dunkelbraune Färbung auffielen. Sie lagen theils einzeln, theils zu mehreren auf einen engen Raum zusammengedrängt. Ein jeder war von einem Haufen schöner grossen Zellen umgeben, der nach aussen zu einer ovalen, scharf unschriebenen Kapsel mit fasriger Membran sich abschloss. Bei näherer Prüfung ergab es sich als unzweifelhaft, dass man es mit Extremitäts-Abschnitten irgend eines kleinen Insectes, das sich nicht weiter bestimmen liess, zu thun hatte. Ausserdem fanden sich noch vereinzelt graue Borsten, die ebenfalls von einem ähnlichen Thiere herzurühren schienen. Wie diese Gegenstände an die bezeichnete Stelle gekommen sind, kann nicht zweifelhaft sein. Wir haben es offenbar mit den Ueberresten von Nahrungstheilen zu thun, welche die Darmwandungen durchbrochen und nachher durch Erregung einer localen Reizung sich eingekapselt haben. Es waren übrigens keine Erscheinungen vorhanden, welche direct auf einen solchen Vorgang hätten schliessen lassen. Alles verhielt sich durchaus normal, so dass der Prozess als ein schon längst abgelaufener

musste betrachtet werden. Die Kapseln waren mit blossem Auge als weisse Knötchen sichtbar, die mit gewissen Entozoenbildungen oder kleinen Pacini'schen Körperchen die grösste Aehnlichkeit besassen. Der vorliegende Fall lehrt an und für sich nichts Neues; indessen scheint er seiner Eigenthümlichkeit wegen doch nicht ganz ohne Interesse zu sein.

Hypothese über den Schlaf und die wirksamen Stoffe im Nerven.

Von

Dr. W. Henke,

Privatdocenten in Marburg.

Wenn Bichat das Leben als die Gesammtheit der Leistungen bezeichnet, welche dem Tode widerstehen, so passt dies im Grunde nur auf die eine der beiden Seiten des Lebens, die er selbst gleich darauf einander gegenüberstellt, die vegetative; denn die eigentlich animalen Leistungen arbeiten, indem sie die nutzbaren Stoffe des Körpers verbrauchen, vielmehr beständig dem Tode in die Hände. Vielleicht aber passt es auch in höherem Grade noch für den Zustand des thierischen Lebens, der schon seinem äusseren Ansehen nach dem rein vegetirenden Leben am nächsten steht, obgleich er sonst auch eben deswegen ein Bruder des Todes genannt worden ist. Die Wirkung des Schlafes, so gut sie jeder Mensch dem unmittelbaren Eindrucke nach kennt, ist doch bisher der Wissenschaft vollkommen dunkel. Denn was die Physiologie darüber lehrt, ist meist nur das negative, dass die Vorgänge der Reizleitung in den meisten Nervenbahnen während des Schlafes unterbrochen werden. Dies kann aber doch unmöglich die Hauptsache sein, und so ist es wohl nicht unzulässig, zunächst mit einer reinen Hypothese den Versuch zu machen, ob sich der reinen Gefühlsvorstellung von Erfrischung der Kräfte, worauf der Werth des Schlafes für das Leben beruht, ein klarer Begriff unterlegen lässt. Bei der Aufstellung eines solchen wird unwillkürlich eine neue Vorstellung über die dunkelen Agentien des Nervenlebens zugleich gebildet werden müssen. Denn der Fortbestand dieser

höchsten Leistung des Organismus fordert offenbar von Zeit zu Zeit jene Erfrischung.

In der Pflanze wird lebendige Kraft, die vom Sonnenscheine herstammt, verbraucht, um die einfachsten und festesten Verbindungen der verbreitetsten Elementarstoffe, Wasser, Kohlensäure und Ammoniak zu zerlegen, und in zusammengesetzteren Atomgruppirungen so anzuhäufen, dass sie, indem sich die anziehenden Kräfte von dreien oder vieren in ein labileres Gleichgewicht gesetzt haben, nicht ohne weiteres wieder sich inniger verbinden können. Geschieht dies aber endlich doch, so wird die zu jener Trennung verbrauchte lebendige Kraft wiedergewonnen. Auf diese Weise dienen die von der Pflanze bereiteten Stoffe als Material der Verbrennungsprozesse im thierischen Leben. Das Thier macht die angehäuften Kräfte wieder frei; sein Leben setzt das der Pflanze voraus, giebt aus, was jenes eingenommen hat. Und zwar wird durch Zerstörung der Kohlenhydrate und ihre Zurückführung in festere Oxydation vorzugsweise die thierische Wärme gewonnen, durch Verwendung der stickstoffhaltigen Substanz die Arbeit der Muskeln. Von beiden Verbrennungsprozessen kennt man den näheren Verlauf nicht, man kann sie nur einigermassen beurtheilen nach ihrem Nutzeffect und nach ihren vom Körper wieder abgegebenen Producten, Kohlensäure, Wasser und Harnstoff. Noch weit dunkler aber ist der dritte und teleologisch zu reden wichtigste Prozess lebendiger Kraftäusserung im Organismus, das Nervenleben in Beziehung auf die Art des chemischen Vorgangs, der nothwendig auch ihn unterhalten muss. Man kann nur aus der Zusammensetzung der todten Nervenmasse aus Fett und Proteinstoffen vermuthen, das hiebei beide Hauptarten von organischem Brennmaterial, das stickstofffreie und stickstoffhaltige, die einzeln jene zwei verschiedenen Leistungen unterhalten, zusammenwirken. Wie sie aber hier vernutzt werden, weiss man nicht im geringsten, und kennt auch keine besondern davon herrührenden Verbrennungsproducte.

Meine Hypothese ist nun folgende: Die wirksamen Stoffe im Nerven, deren Verbrennung die Kraftleistungen desselben liefern, sind noch zusammengesetztere, noch losere oder labilere Gruppirungen von Atomen als die beiden bekannten Hauptarten organischer Verbindungen; sie werden im thierischen Organismus, und zwar im Nervensysteme selbst erst aus diesen beiden (allein, oder unter Zutritt eines fünften Elements, etwa des Phosphor) gebildet, wie diese selbst in der Pflanze aus den einfachen, unorganischen Atomgruppen, wobei ein Theil

der von den einzelnen Verbrennungen beider gelieferten Kraft als innere Arbeit verbraucht wird; diese wird dann im thätigen Leben des Nerven wieder frei, indem die gebildeten Stoffe wieder zu den einfacheren bekannten organischen Stoffen, die im Nerven vereint sind, verbrennen. Der thierische Organismus übernimmt also, während er sonst nur vom Raube der Pflanzenwelt lebt, für die Beschaffung des am feinsten zusammengesetzten Materials, das seine höchste Leistung unterhält, selbst die durch Reduction Kraft anhäufende Thätigkeit der Pflanze, und dieses Stück Pflanzenleben im Nervensysteme ist der Schlaf.

Es ist klar, wie natürlich bei dieser Vorstellung manche der alltäglichsten Erfahrungen und bekannten Thatsachen sowohl in Betreff des Schlafens als des Stoffwechsels im Nervensysteme erscheinen müssen. Die Thätigkeit des Nervensystems, insbesondere der Centralorgane muss natürlich möglichst ruhen, so lange das ihrer Leistung entgegengesetzte in ihnen vorgeht, so lange die Stoffe zerlegt und neu gruppirt werden, deren Rückkehr in den alten Zustand die Quelle neuer lebendiger Kraftäusserungen werden soll. Der Schlaf muss um so wirksamer die Neubildung der verbrauchten Stoffe fördern, je weniger gleich zwischendurch schon wieder fortgesetzte Verbrennungen derselben durch Nervenaction im Gange erhalten werden, je ungestörter also das interimistische Pflanzenleben vor sich geht. Obgleich Respiration und Harnstoffbildung im Schlafe fortgehen und keine äussere Arbeit geleistet wird, kann der Organismus in diesem Zustande keine grossen Wärmeentziehungen vertragen, weil er viel von den Effecten der Oxydationen als innere Arbeit verbraucht. Der Stoffwechsel des Nervensystems ist relativ unabhängig von der beständigen Nahrungszufuhr, wie die grosse Resistenz desselben bei Inanition beweist. Auch das wird leicht verständlich, wenn man annimmt, dass es in den Producten der Verbrennung, mit der es arbeitet, die Materialien wieder erhält, aus denen es neuen Brennstoff bildet, während die Aufzehrung der Stoffe im übrigen Organismus ihm diese neue Zubereitung heitzen muss; so dass hier in einer gegebenen Menge von organischer Substanz ein kleinerer Kreislauf von Reduction und Oxydation constant fortgehen kann, ohne den grossen Umweg durch die drei Reiche der Natur.

Eine experimentelle Prüfung der Hypothese liegt begreiflich in weitem Felde. Am wenigsten wird sie von chemischer Seite zu erwarten sein, weil man den Nerven nicht lebend analysiren kann, weil jene höchst zusammengesetzten Stoffe,

wenn sie existiren, gewiss auch am leichtesten zerfallen, sowie sie aus dem Zusammenhang des Lebens gerissen werden. Eher wäre es denkbar, dass man durch Vergleichung der während des Schlafes gelieferten Kohlensäure und andere Verbrennungsproducte mit der gleichzeitig abgegebenen Wärme die physikalische Nachrechnung machen könnte, ob der thierische Organismus zu dieser Zeit innere Arbeit leistet.



Physiologische Frage.

In einem gewöhnlichen Planspiegel nehmen wir bekanntlich unser eigenes Antlitz nicht wie ein auf der Spiegelfläche gemaltes Portrait, sondern stereoskopisch als körperliches Ebenbild hinter der spiegelnden Fläche wahr. Eine für die physiologische Optik nicht uninteressante Frage, an deren Beantwortung sich nach der geometrischen, wie nach der physiologischen Seite hin, manche bisher wenig oder gar nicht beachtete Folgerungen anschliessen, ist nun die:

> „Wie können wir das eigene Angesicht hyperstereoskopisch, wie können wir es pseudoskopisch zur Wahrnehmung bringen?"

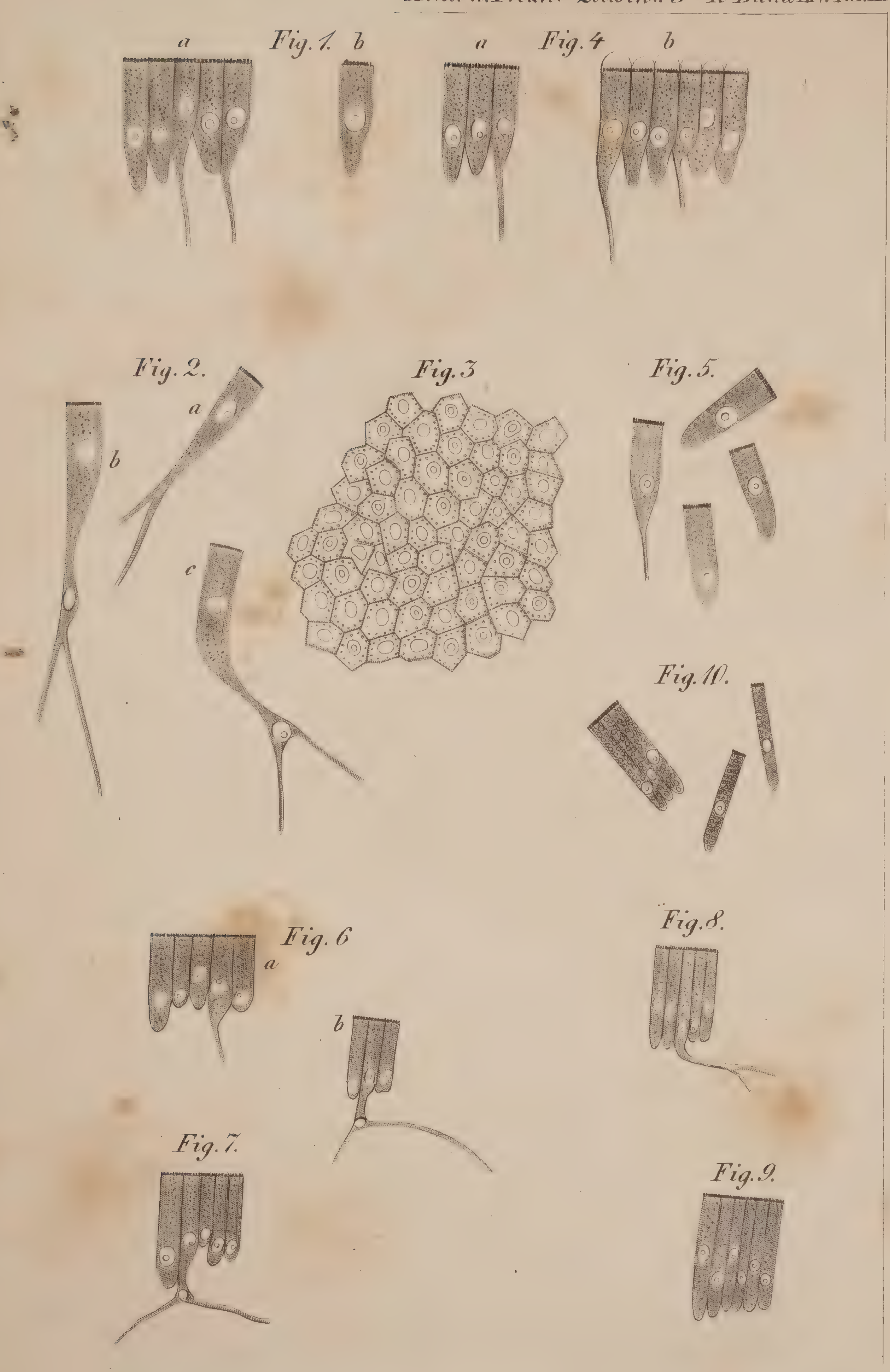
Göttingen, 1. Januar 1862.

Listing.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.


Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 1.
Fig. 5.





C. Wiehen del.

J. C. Loedel sc.




Fig. 1.
a
b
c
Fig. 2.
b
c
d
e




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.


Fig. 4.
Fig. 5.




Fig. 1.
D
C
W
W1
W2
W3
PP
P
Fig. 2.
Ap
A
R
L
o
V
Fig. 3.
R
A
L
v1
o
V1
V
v2
V2
Fig. 4.
V1
a
v3
v4
V2
J. Loedel sc.









